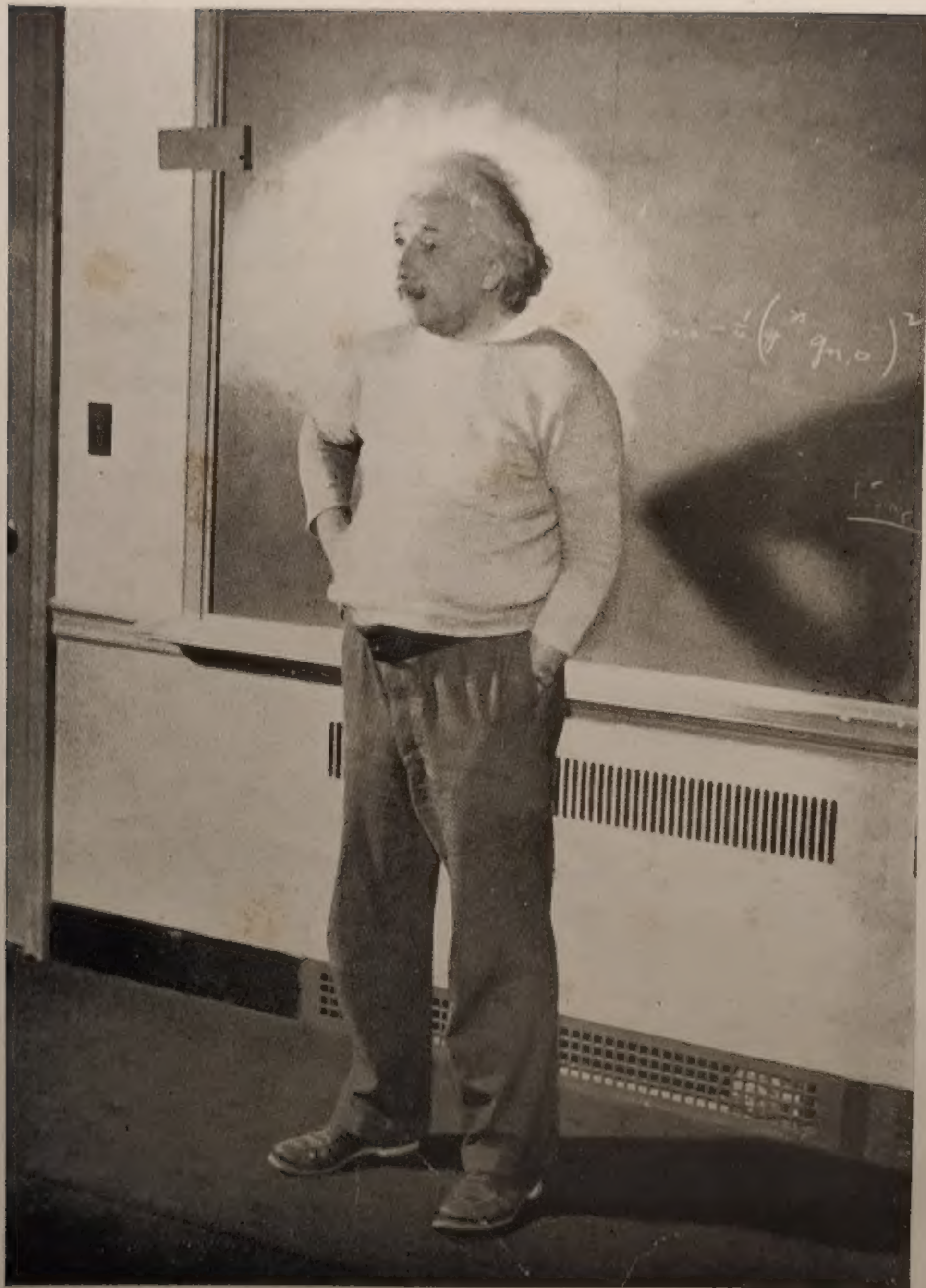
PHILIPP FRANK

EINSTEIN

LA SUA VITA E IL SUO TEMPO

GARZANTI

EINSTEIN

Einstein all'Istituto di Studi Superiori a Princeton, nel 1940.

PHILIPP FRANK

EINSTEIN

LA SUA VITA E IL SUO TEMPO

La cosa più incomprensibile del mondo
è che esso sia comprensibile.
A. EINSTEIN

Con disegni nel testo e 11 illustrazioni fuori testo

GARZANTI

I

LA GIOVINEZZA DI EINSTEIN E LA SUA EDUCAZIONE

1. - *Sfondo familiare*

Gli antenati paterni e materni di Einstein, per quanto egli ricordi, vissero sempre in piccole città e villaggi della Svevia, nel sud-est della Germania.

Erano piccoli mercanti, negozianti ed artigiani, e nessuno di essi si fece mai notare per alcun successo intellettuale. Einstein stesso, interrogato sui suoi antenati, dice: « Le circostanze della loro vita erano troppo ristrette per permettere loro di distinguersi ». Nessuno di essi ebbe rilievo nell'ambiente in cui visse.

Lo sfondo della Germania del Sud è molto importante per capire il carattere di Einstein. Gli svevi, attraverso gli alsaziani, subiscono influenze francesi; sono riflessivi, pratici nella vita quotidiana, e si interessano sia di arte che di speculazioni religiose e filosofiche, ma sono avversi ad ogni forma di vita rigidamente ordinata. La loro natura è differente da quella sobria e pratica dei prussiani, portati alla organizzazione e alla dominazione, ed anche da quella dei bavaresi piuttosto materialisti, allegri e spesso grossolani.

La differenza di carattere fra queste regioni risulta dai loro dialetti. La parlata sveva è melodica e scorrevole

come il mormorio di un ruscello, diversa da quella delle classi dirigenti di ufficiali e funzionari, dura come un tamburo nel cortile di una caserma; né assomiglia al cinico belato dei berlinesi, al cui critico scetticismo nulla sfugge né in cielo né in terra, e neppure al tedesco letterario pomposo e meticoloso dei pastori e dei professori. Ancor oggi, tracce di questo simpatico dialetto si ritrovano nell'accento di Einstein, sebbene esso sia stato molto mutato dai numerosi viaggi nei vari paesi. In particolare il suo modo di parlare ha preso certe inflessioni derivate dallo svizzero, che d'altronde è imparentato al dialetto svevo, che però ha qualcosa di più rude. Ma chiunque senta parlare la seconda moglie di Einstein, che discende dalla stessa famiglia del marito, può ancora udire il piacevole genuino idioma svevo. Per lei egli è sempre « Albertle » — paese è « Landle » — città é « Stadtle » — tutto riceve il suffisso diminutivo « le » che dà al dialetto un che di tenero e affettuoso.

Il fatto che gli antenati di Einstein fossero ebrei ha la sua importanza, ma non tanto quanto si può supporre. Durante la giovinezza dei suoi genitori, la vita degli ebrei, in queste piccole città della Svevia, non era molto differente da quella dell'altra gente. Essi non erano più così tenacemente attaccati alle loro usanze, che ostacolano l'intimità con il resto della popolazione. Con l'abolizione di queste barriere, essi tendono sempre più a perdere il loro carattere di gruppo separato. La vita degli ebrei in queste zone non era come a Berlino, dove una classe di ricchi e colti ebrei aveva per conto proprio prodotto un particolare ramo della coltura berlinese. Nulla di ciò nelle piccole città sveve. Qui gli ebrei, come gli altri abitanti, conducevano una vita tranquilla, in armonia col loro ambiente, poco influenzata dal trambusto della metropoli.

Negli ambienti progrediti, la lettura della Bibbia

e degli altri libri relativi alla dottrina ebraica non era più l'unica fonte di verità. La Bibbia era letta come altre opere letterarie, come una lettura edificante, e nelle famiglie ebree gli autori classici tedeschi stavano assieme ai profeti come maestri di moralità e di vita. Schiller, Lessing e Heine erano onorati come Salomone e il libro di Giobbe. Specialmente Federico Schiller, col suo pathos morale, quasi biblico, che esaltava l'amore generale per l'umanità, acquistò grande favore e fu considerato come elemento importante per l'educazione dei giovani. Il fatto che era svevo fu una ragione di più per considerarlo più vicino.

Nella famiglia di Einstein il culto di Schiller e l'ammirazione per l' Illuminismo ad esso collegata ebbero un ruolo importante nella educazione della giovane generazione. Lo scrittore Berthold Auerbach in voga fra il 1840 ed il 1870 è il tipico esempio della vita e del gusto intellettuale degli ebrei in Svevia ai tempi dei genitori e dei nonni di Einstein.

Fu il primo a narrare la vita quotidiana dei contadini della Selva Nera. Questi *Schwarzwälder Dorfgeschichten* (Racconti della Selva Nera) sono probabilmente troppo idealizzati e artificiosi per il gusto odierno, ma furono considerati dai contemporanei come qualcosa da contrapporre a quella che fu chiamata più tardi la « letteratura da bassifondi berlinesi », valutata come tipico contributo degli ebrei alla letteratura tedesca.

Si deve anche notare che dopo il 1871 in conseguenza della guerra franco-prussiana, la Prussia divenne la potenza predominante in Germania, e influenzò profondamente il carattere dei tedeschi. La unificazione della maggior parte dei gruppi tedeschi e la restaurazione di un potente impero germanico, non furono iniziate dalla classe intellettuale. Scrittori e uomini di pensiero hanno a lungo sognato ed inneggiato a questa meta, ma essi

speravano, secondo le parole del poeta svevo Uhland, che « la corona imperiale della nuova Germania fosse unta con una goccia di olio democratico ».

Ma il sogno non si avverò. Bismarck compì la sua opera non con « olio democratico » ma con « sangue e ferro » e con metodi che erano avversati dai gruppi intellettualmente progrediti della Germania. Inoltre la nuova Germania non nacque da quegli elementi nazionali che possedevano un'antica coltura come gli svevi, i renani, gli austriaci, da cui vennero Schiller, Goethe, Mozart e Beethoven. I nuovi governanti vennero da quei gruppi dell'Est, costituiti da coloro che si stabilirono su una terra vinta e conquistata, germanizzando e in parte sterminando la popolazione slava aborigena, e da coloro che discendevano dalle popolazioni assoggettate.

Essi perciò costituivano una mescolanza di oppressori ed oppressi atti al comando e all'obbedienza.

Questa situazione pose i gruppi intellettuali di tutta la Germania, e particolarmente quelli delle regioni di coltura più antica, in una posizione ambigua e in parte umiliante. Essi dovevano ammettere che i metodi dei nuovi governanti erano più efficaci, dato il loro successo; d'altra parte non potevano vincere la loro avversione per l'adorazione della forza e la glorificazione del comando come fini a se stessi. Un così vuoto e meccanico modo di vivere ripugnava ad essi, data la loro inclinazione all'arte e alla scienza. I nuovi padroni non piacevano, ma essi furono forzati ad ammirarli ed in parte ad imitarli. Negli uomini di pensiero tedeschi nacque un senso di inferiorità nei confronti degli ufficiali prussiani, ed essi impararono a limitarsi alle cose di loro competenza ed a lasciare la cura della vita pubblica al gruppo governante come cosa di competenza sua, ed a stare sull'attenti, sia pure soltanto intellettualmente, al suono di una voce di comando.

Tutto ciò avveniva anche per gli Ebrei. Anche essi ammiravano il nuovo impero ed i metodi energici dei suoi governanti.

Ed anche se in casa loro coltivavano le tradizioni ebraiche e del periodo classico tedesco, in pubblico cercavano di imitare la classe dirigente nel modo di vivere e nelle idee. Solamente coloro che erano abbastanza forti per non attribuire valore ad un successo esteriore e che non si accontentavano di una manifestazione esteriore di potenza in cambio della perdita della libertà e dell'atmosfera intellettuale, poterono mantenere un atteggiamento indipendente e resistere alla tendenza generale. Noi vedremo appunto che sin dalla sua giovinezza Einstein appartenne a questa categoria di persone. Ma anche se più tardi egli fu frequentemente in contatto con la corrente predominante in Germania, egli ebbe sempre un certo attaccamento alla sua patria sveva ed al suo popolo.

2. - *L'infanzia*

Alberto Einstein nacque il 14 marzo 1878 ad Ulm, piccola città della parte sveva della Baviera. Questa città comunque ha poca importanza nella sua vita, dato che un anno dopo la sua nascita la famiglia si spostò a Monaco. Un anno dopo nacque una bambina e non vi furono altri figli.

Monaco, la città nella quale Alberto trascorse la sua infanzia, era il centro politico ed intellettuale della Germania del Sud. La famiglia staccatasi dalla romantica culla della Svevia iniziò una vita più cittadina.

Abitavano in una villa della periferia circondata da un vasto giardino. Il padre di Alberto, Hermann Einstein, aveva una piccola industria elettromeccanica che dirigeva egli stesso con l'aiuto di un fratello che viveva con

loro. Il primo curava il lato commerciale della impresa, mentre il secondo ne era il direttore tecnico. Hermann Einstein era un ottimista contento della vita. Come uomo d'affari non era molto abile ed ebbe spesso degli insuccessi, ma ciò non cambiò mai la sua opinione sulla vita. Il suo modo di vivere e la sua *Weltanschaung* non differivano in nessun modo da quelli di un qualsiasi altro cittadino. A lavoro finito egli amava andarsene con la famiglia in campagna nei bei dintorni di Monaco, sui romantici laghi e sulle montagne e volentieri sostava nelle gaie taverne bavaresi con buona birra, rafano e salsicce. Della tradizionale passione ebraica per la letteratura edificante, egli conservò solo un certo amore per la poesia tedesca, specialmente per Schiller ed Heine. Le norme di dieta e gli usi abituali della comunità ebraica erano per lui solo un'antica superstizione e nella sua casa non vi era più traccia di esse, o meglio, gli antichi costumi erano spariti, ma gli usi umani che da essi derivano rimanevano ancora.

Ad esempio, ogni giovedì la famiglia Einstein invitava a colazione uno studente povero ebreo russo, reminiscenza questa, senza dubbio, dell'antica tradizione del Sabbath. Similmente la loro predilezione per i drammi ed i poemi di Schiller, pieni di pathos morale, sostituiva la lettura della Bibbia. In politica, Einstein padre, come quasi tutti, era sgomento dalla dominazione prussiana, ma era un ammiratore del nuovo impero tedesco, del suo cancelliere Bismarck, del generale Moltke e del vecchio imperatore Guglielmo I.

La madre di Einstein, nata Pauline Kock, era una natura più seria ed artistica, dotata di uno spiccato senso di umorismo.

Le condizioni materiali piuttosto modeste nelle quali viveva la portarono comunque ad accontentarsi di una vita abbastanza sicura per sé e per i suoi figli. Essa tro-

vava un gran conforto nella musica, e quando gli ingegneri della fabbrica venivano a fare qualche visita serale, spesso l'accompagnavano al piano. Soprattutto essa amava la musica classica tedesca, specialmente le suonate per piano di Beethoven. Lo zio che viveva in famiglia si interessava dei lati più raffinati della vita intellettuale assai più del padre. Era un ingegnere istruito e fu da lui che Alberto ricevette la prima spinta verso la matematica.

Non vi è dubbio che questa origine da un ambiente provinciale ebbe una grandissima importanza in tutto lo sviluppo psicologico di Alberto Einstein. Egli non riuscì mai ad abituarsi completamente alle grandi città. Fu sempre in certo modo impaurito di Berlino e più tardi anche di New York. Questa sua tendenza influenzò certi lati del suo gusto per l'arte che certamente apparirono antiquati ai moderni berlinesi. Einstein manifestò sempre una preferenza per i classici tedeschi, sia in letteratura che in musica, anche quando i circoli intellettuali berlinesi consideravano tali gusti come sorpassati. La sua predilezione per Schiller è un lato caratteristico per cui lo si può considerare come appartenente ad un mondo culturale che non è certo quello berlinese del ventesimo secolo. In complesso, il piccolo Alberto non fu un bambino prodigio. Anzi egli imparò a parlare molto tardi ed i suoi genitori cominciavano a temere che fosse anormale. Quando finalmente imparò, si mostrò sempre taciturno e poco incline a partecipare ai giuochi che le bambinaie insegnavano ai bimbi per tenerli lieti. Una sua governante lo soprannominò addirittura *Pater Langweil* (Padre Noia). Disdegnava ogni esercizio fisico faticoso come correre e saltare, forse perché si considerava troppo debole per questi svaghi. Sin da bambino fu incline a star separato dai ragazzi della sua età per perdersi in fantasticherie ed in raccoglimenti meditativi.

Disdegnava particolarmente giocare a fare i soldati, giuoco che i bambini di tutti i paesi fanno sempre con grande piacere, e che in particolare nella Germania di Bismarck e di Moltke era contornato da un alone di mistico splendore. Quando i soldati sfilavano attraverso le strade di Monaco accompagnati dal rullo dei tamburi e dal suono dei pifferi, insieme musicale caratteristico dell'esercito tedesco, che dà alla musica un ritmo eccitante e una intonazione selvaggia, e quando i selciati e i vetri delle finestre rintronavano per lo scalpitare dei cavalli, i bambini entusiasmati seguivano la sfilata e cercavano di mettersi al passo coi soldati. Ma quando il piccolo Alberto accompagnato dai suoi genitori assisteva a queste parate, si metteva a piangere. A Monaco i genitori solevano dire ai bambini: « Un giorno, quando sarai grande, anche tu sfilerai in parata » e quasi tutti i ragazzi erano stimolati da questa prospettiva a sforzi più ambiziosi e più grandi. Alberto invece rispondeva ai suoi genitori: « Quando sarò grande non voglio essere uno di quella povera gente ». Mentre la maggioranza vedeva e gustava il ritmo di un gioioso movimento, egli notava la coercizione imposta ai soldati e vedeva nelle parate militari il movimento di persone costrette ad essere macchine.

Fin da questo periodo Einstein rivelò subito uno dei suoi lati più caratteristici: il suo odio inconciliabile per ogni forma di arbitraria coercizione imposta da un gruppo di persone su di un altro. Aborriva l'idea che gli oppressori potessero impedire agli oppressi di seguire le loro inclinazioni e di sviluppare il loro talento naturale trasformandoli in automi. D'altra parte Einstein era consapevole delle leggi naturali dell'universo, sentiva che esistevano grandi ed eterne leggi nella natura. Da ragazzo poteva comprenderle solo nelle forme espresse dalla religione tradizionale, e si sentiva attratto verso

i precetti rituali in quanto simboleggiavano amore per le leggi dell'universo. Era urtato dal fatto che suo padre deridesse la religione, e considerava questa derisione come risultato di un ordine di idee disarmonico che rifiuta di sottomettersi alle leggi eterne della natura.

Questo duplice atteggiamento, di odio per le leggi arbitrarie degli uomini, e di sottomissione alle leggi della natura, ha sempre accompagnato Einstein durante la sua vita e può spiegare molte sue azioni che furono considerate strane e incoerenti.

A quel tempo la scuola elementare tedesca aveva un carattere confessionale, ed il clero di ogni gruppo religioso controllava le sue scuole. A Monaco, città eminentemente cattolica, la maggior parte delle scuole erano cattoliche. E' probabile che nominalmente i genitori di Einstein aderissero alla religione ebraica, ma non importava loro molto che i figli avessero una educazione ebraica e non li mandarono alle loro scuole anche perché non ve ne erano vicine a casa ed erano più costose. O forse pensavano che frequentando una scuola cattolica i loro figli avrebbero potuto essere più in contatto con tutti gli altri ragazzi non ebrei... Ad ogni modo Einstein frequentò la scuola elementare cattolica ove era l'unico ebreo della sua classe.

Questa situazione non produsse però conseguenze spiacevoli per il giovane Alberto. Solo una leggera impressione di diversità causata naturalmente dalle differenti tradizioni religiose, ma questo elemento è di importanza trascurabile e non aumentò certo la sua naturale difficoltà nello stringere amicizia intima con i suoi compagni di scuola. Questa difficoltà è dovuta esclusivamente al suo carattere.

Alberto ricevette così una regolare educazione cattolica, ne ebbe anzi molto piacere ed imparò tanto bene le lezioni che spesso aiutava i suoi compagni catto-

lici quando non sapevano rispondere immediatamente alle domande. Einstein non ricorda che sia mai stata mossa alcuna obbiezione al fatto che un allievo ebreo partecipasse alla istruzione religiosa cattolica. Solamente una volta il maestro ebbe una trovata un po' strana; portò un grosso chiodo in classe e disse agli allievi: « I chiodi con cui Cristo fu inchiodato alla croce somigliavano a questo ». Ma non aggiunse che la Crocifissione fu compiuta dagli ebrei e non passò mai per la mente degli scolari che a causa di ciò essi dovessero cambiare i loro rapporti col compagno Alberto.

Ciò non di meno Einstein trovò questo modo di insegnare piuttosto fuori luogo, soprattutto perché richiamava troppo vivamente l'atto brutale, ed egli comprendeva giustamente che l'immagine troppo realistica della brutalità normalmente non suscita sentimenti di antagonismo, ma piuttosto sveglia latenti tendenze sadiche.

E' tipico dei sentimenti religiosi di Einstein giovane il fatto che egli non vedeva differenze apprezzabili fra ciò che imparava dalla religione cattolica a scuola e quanto vagamente ricordava delle tradizioni ebraiche alle quali era stato abituato in casa sua. Questo lo condusse ad un senso generale delle leggi che regolano l'universo ed alla rappresentazione di questa generale armonia con vari simboli, che egli poi giudicava piuttosto dal punto di vista del loro valore estetico che non come simbolo della « verità ».

In complesso ad Einstein la scuola non sembrava molto diversa da ciò che egli immaginava fossero le caserme: da un luogo, cioè, dove l'individuo è sottomesso alla forza di una organizzazione meccanica, che lo opprime senza lasciargli possibilità di esplicare un'attività consona alla propria natura. Gli allievi erano obbligati ad imparare meccanicamente le materie e la massima cura era posta nell'inculcar loro il senso della obbedienza e

della disciplina. Gli allievi dovevano stare sull'attenti quando il maestro si rivolgeva a loro e non dovevano parlare se non interrogati. Domande spontanee rivolte dagli scolari al maestro e conversazioni alla buona erano assai rare.

All'età di nove anni, quando Alberto entrò nell'ultima classe della scuola elementare, non aveva ancora disinvoltura e scioltezza di parola, tutto ciò che diceva richiedeva sempre considerazione e riflessione. Questa sua coscienziosità nell'evitare qualsiasi asserzione falsa o qualsiasi menzogna gli fruttò da parte dei compagni il soprannome di *Biedermeier* (onesto Giovanni). Era considerato un mite sognatore. Nessun talento speciale si era ancora rivelato in lui. Sua madre una volta per caso disse: « Forse un giorno diverrà un gran professore ». Ma forse essa intendeva solo dire che poteva diventare un tipo originale.

3. - *Ginnasio a Monaco*

A dieci anni Einstein lasciò le scuole elementari ed entrò nel ginnasio Luitpold a Monaco. In Germania il periodo fra i 10 e i 18 anni, che è di importanza fondamentale nello sviluppo intellettuale degli adolescenti, viene trascorso al ginnasio. Scopo di tale scuola è di dare ai giovani una coltura generale con base classica greca e romana. A questo scopo la maggior parte del tempo è dedicata allo studio della grammatica latina e greca. Data la macchinosità di tale materia, e dato che le regole dovevano essere apprese dagli allievi in modo pedantesco, ben poco tempo rimaneva disponibile per una vera comprensione della coltura antica. Ciò inoltre sarebbe stato compito ben più difficile per la maggior parte degli insegnanti. Si dice che lo sforzo di imparare la grammatica di una o due lingue complicate è essenziale

per la formazione della mente. Ma per Einstein, ansioso di apprendere le leggi dell'universo, questo apprendere le lingue in modo meccanico era particolarmente ostico e gli sembrava piuttosto consono ai metodi dell'esercito prussiano, dove una disciplina meccanica era ottenuta mediante l'esecuzione ripetuta di ordini senza senso.

Più tardi, parlando delle sue impressioni sulla scuola, Einstein spesso disse: « I maestri della scuola elementare mi sembravano sergenti, i professori del ginnasio mi sembravano tenenti ». I sergenti dell'esercito di Guglielmo II erano famosi per il loro modo di fare rude e brutale verso i soldati, e si sapeva bene che, avendo le truppe alla loro mercé, essi spesso si compiacevano di istinti sadici. I tenenti d'altra parte, come appartenenti ad una classe superiore, non venivano in diretto contatto con la truppa, ma esercitavano la loro mania di potere in modo indiretto. Perciò Einstein, paragonando gli insegnanti a sergenti e tenenti, giudicava che il loro compito fosse quello di inculcare una certa quantità di nozioni e di esercitare un comando meccanico sugli studenti. Gli allievi non vedevano i maestri come amici più anziani e più colti che potevano essere loro di aiuto nel comprendere i vari problemi della vita, ma piuttosto come tenenti superiori che bisognava cercare di accattivarsi con un comportamento il più sottomesso possibile.

Vi fu un solo professore nel ginnasio, di nome Ruess, che cercò realmente di infondere negli studenti lo spirito della cultura antica. Egli cercava anche di mostrare l'influenza del pensiero antico sui poeti classici tedeschi e sulla moderna cultura tedesca. Einstein, dato il suo forte istinto per ogni forma d'arte e per tutto quanto ha relazione con le segrete armonie del mondo, non si saziava mai dell' inseguimento di questo professore, che gli suscitò un grande interesse negli scrittori classici tedeschi Schiller, Goethe come pure in Shakespeare. Il

tempo dedicato alla lettura ed al commento di *Hermann und Dorothea*, romanzo d'amore di Goethe semiromantico e semisentimentale, scritto in periodo di grandi agitazioni politiche, è rimasto profondamente impresso nella memoria di Einstein.

Nel ginnasio gli studenti che non avevano finito i loro compiti venivano puniti con l'obbligo di rimanere a scuola dopo le lezioni sotto la sorveglianza di uno dei professori; dato il tedio e il carattere pedantesco della istruzione ordinaria, questi periodi supplementari erano considerati una vera tortura. Ma quando Ruess era di turno alla sorveglianza, Einstein era felice di essere punito. La possibilità di poter passare un'ora in un'atmosfera artistica, dopo tanta istruzione sterile e meccanica, faceva una grande impressione su di lui. Questo ricordo rimase sempre vivido nella sua memoria, ma egli non indugiò mai a considerare quale impressione egli potesse aver fatto sul maestro. Molti anni dopo, quando era già un giovane professore a Zurigo gli capitò di passare per Monaco; commosso dal ricordo dell'unico uomo che fu veramente un maestro per lui, Einstein decise di fargli una visita. Gli sembrava naturale che il maestro sarebbe stato contento di sapere che uno dei suoi allievi era diventato un professore. Ma quando Einstein arrivò da Ruess, vestito con la solita trascuratezza che gli fu sempre tipica allora come più tardi, Ruess non riuscì a ricordarsi di alcun allievo di nome Einstein e non riuscì a comprendere cosa voleva da lui quel giovanotto vestito così poveramente. Il maestro poté solo pensare che col pretesto di essere stato un suo allievo il giovanotto volesse chiedergli del denaro. Evidentemente Ruess non riuscì a comprendere come un suo ex studente potesse fargli una visita per esprimergli la sua riconoscenza. E' possibile che quelle lezioni non fossero state così straordinarie come sembravano ad Eistein nel suo ricor-

do, forse se le era soltanto immaginate tali. Comunque la visita fu molto imbarazzante per Einstein ed egli se ne andò via più presto che poté.

4. - *Tendenze intellettuali*

Quando Einstein aveva cinque anni suo padre gli mostrò una bussola da tasca. La misteriosa proprietà dell'ago magnetico che puntava sempre nella stessa direzione, comunque si facesse girare la bussola, fece una grande impressione al bambino. Sebbene non vi fosse nulla di visibile che facesse muovere l'ago, egli dedusse che vi doveva essere nello spazio presupposto vuoto qualcosa capace di attrarre e di far girare i corpi. Questa fu una delle impressioni che portarono più tardi Einstein a riflettere sulle misteriose proprietà degli spazi vuoti. Man mano che diventava grande, il suo interesse nelle scienze naturali crebbe con la lettura di libri scientifici divulgativi. Lo studente russo, che era invitato a pranzo dagli Einstein ogni giovedì, richiamò la sua attenzione sui libri di Aaron Bernstein [*Naturwissenschaftliche*] *Volksbücher*. (Libri popolari delle scienze naturali) che era molto letto dai profani che si interessavano di scienza. Questi libri parlavano degli animali, delle piante, della loro interdipendenza e delle ipotesi riguardanti le loro origini, essi trattavano delle stelle, delle meteore, dei vulcani, dei terremoti e di molti altri argomenti, non perdendo mai di vista le grandi interdipendenze della natura. Subito Einstein divenne un appassionato lettore di questi libri come pure di *Kraft und Stoff* (Forza e materia) di Büchner che tentava di riunire e di organizzare, in una specie di generale concezione filosofica dell'universo, tutte le conoscenze scientifiche di quel tempo. I fautori di questa concezione, troppo spesso chiamata « materialismo », mentre dovrebbe piuttosto essere chiamata

naturalismo », volevano spiegare tutti i fenomeni celesti e terrestri riferendosi alle scienze naturali, e si opponevano in modo particolare ad ogni concezione religiosa della natura dell'universo. Oggi libri come *Kraft und Stoff* di Büchner sono considerati superficiali e ci si meraviglia come a quel tempo giovani quali Einstein, capaci di pensare con la propria testa, potessero esserne scossi. Ma se abbiamo senso storico dovremo chiederci quali dei libri attuali dovrebbero esser considerati alla pari di quei primi lavori. Per avere una risposta a ciò dovremmo considerare libri come *L'universo Misterioso* di Sir James Jeans. Probabilmente un giudice dotato di senso critico non potrebbe dire che il libro di Büchner sia più superficiale di quelli di analoghi scrittori contemporanei. Ad ogni modo noi possiamo trovarvi una esposizione divulgativa molto buona dei risultati scientifici ed una interpretazione filosofica piuttosto vaga, che può essere accettata oppure no, secondo il gusto del lettore. Anche il gusto per la matematica nacque in Einstein a casa e non a scuola. Fu suo zio e non il professore del ginnasio che gli diede le prime spiegazioni di algebra. « E' una scienza allegra — egli disse al ragazzo; — quando non possiamo afferrare l'animale che stiamo cacciando lo chiamiamo x per il momento e continuiamo a dargli la caccia sinché lo abbiamo afferrato». Con una simile istruzione, Alberto provò gran piacere a risolvere dei problemi semplici, indovinando le idee nuove piuttosto che applicando metodi prescritti. Egli fu ancor più entusiasmato quando all'età di dodici anni ebbe per la prima volta un testo sistematico di geometria. Era il libro di testo della classe che aveva appena iniziata, e, come tutti i ragazzi che sono incuriositi dalle nuove materie che stanno per cominciare a scuola, egli tentò di inoltrarsi nell'argomento prima che questo acquistasse il sapore spiacevole ed ostico che generalmente gli conferiva il professore.

Iniziata la lettura del libro fu incapace di smettere. La chiarezza dell'esposizione, le dimostrazioni date per ogni asserzione, come pure la stretta correlazione fra le figure ed i ragionamenti, gli diedero un'impressione di metodo e di rigorosità che non aveva ancora incontrata. Il mondo col suo disordine e le sue confusioni gli apparve improvvisamente pieno di ordine intellettuale e spirituale e di bellezza.

Sin dall'età di sei anni i suoi genitori insistettero perché prendesse lezioni di violino. Da prima non fu per lui che una nuova forma di coercizione aggiunta a quelle della scuola dato che ebbe la sfortuna di avere dei maestri per cui suonare non era altro che una questione di tecnica, e perciò fu incapace di gustarne le bellezza. Ma all' età di tredici anni egli imparò le sonate di Mozart e si innamorò della loro grazia delicata. Egli si rese conto che la sua tecnica non era all'altezza di queste composizioni, che non possedeva la leggerezza di mano necessaria per farne risaltare la bellezza. Tentò ripetutamente di esprimere la loro leggera e serena grazia esercitandosi. Fu appunto così, come risultato dei suoi sforzi per esprimere un particolare stato sentimentale il più chiaramente possibile, e non mediante esercizi tecnici, che egli acquistò una certa abilità nel suonare il violino ed un sincero amore per la musica, che conservò per il resto della sua vita. L'impressione di profonda emozione che egli provò leggendo i primi libri di geometria si può solo paragonare con la sensazione che ebbe quando ragazzo quattordicenne poté per la prima volta prender parte a una serata di musica da camera. All'età di quattordici anni, mentre ancora stava leggendo i libri di Büchner, l'atteggiamento di Einstein verso la religione subì un importante cambiamento. Mentre alle elementari egli aveva ricevuto l'istruzione cattolica, al ginnasio egli fu istruito nella religione ebraica, come era previsto per gli stu-

denti della sua setta. Il giovane Einstein fu molto scosso dai commenti degli insegnanti sui proverbi di Salomone e le altre parti del Vecchio Testamento di carattere etico. Questa esperienza lasciò in lui una traccia permanente e la convinzione profonda del grande valore etico della tradizione biblica. D'altra parte Einstein vedeva che gli studenti erano obbligati ad assistere ai servizi religiosi nei templi ebraici fossero o no interessati. Egli ebbe l'impressione che ciò non differisse dalla coercizione con la quale i soldati erano addestrati per le parate e gli studenti a risolvere complicate difficoltà grammaticali. Egli non poté più a lungo considerare i riti come simboli poetici della posizione dell'uomo nell'universo; al contrario gli si rivelarono sempre più come abitudini superstiziose che impedivano all'uomo di pensare liberamente. Nacque così in Einstein una vera avversione per le pratiche ortodosse della religione ebraica, come di qualsiasi altra religione tradizionale, e una vera insofferenza ad assistere a qualsiasi servizio religioso, che egli non ha più perduto. Si formò così in lui la decisione di abbandonare, dopo la licenza ginnasiale, la comunità religiosa ebraica e di non diventare membro di alcun altro gruppo religioso, poiché voleva evitare che i suoi rapporti con le leggi della natura fossero forzati entro qualsiasi forma di organizzazione meccanica.

5. - *Partenza da Monaco*

Quando Einstein ebbe quindici anni avvenne un fatto che cambiò la sua vita. Suo padre si trovò in difficoltà finanziarie e sembrò opportuno vendere la fabbrica e cercar fortuna altrove.

Il suo temperamento ottimista lo spinse ad emigrare in un paese più ameno, e precisamente a Milano in Italia, dove egli iniziò una impresa analoga. Egli desiderava che

Alberto compisse i suoi studi al ginnasio dato che a quel tempo era considerato quasi indispensabile che ogni borghese tedesco avesse la sua licenza ginnasiale, poiché solo con questa licenza poteva iniziare gli studi all'Università. E poiché un corso di studi che desse un titolo era necessario per poter avere una posizione in qualsiasi professione intellettuale, Einstein, come tutti, si sentì in dovere di terminare il ginnasio. In matematica egli era molto più avanti di tutti i suoi compagni, ma non egualmente nelle lingue classiche. Egli era molto infastidito d. doversi occupare di cose che non avevano per lui alcun interesse, se non quello di poter superare un esame. Questo senso di insoddisfazione aumentò quando i suoi genitori partirono e lo lasciarono in una pensione.

Si sentì estraneo fra i suoi compagni e la loro insistenza per farlo partecipare a qualsiasi manifestazione sportiva gli sembrava indelicata. Egli era probabilmente socievole con tutti, ma il suo atteggiamento scettico verso l'organizzazione e lo spirito della scuola era così evidente, sia ai professori che agli studenti, che fece sorgere un senso di disagio in molti di essi.

Quanto più diventava un uomo capace di pensare liberamente, tanto più l'idea di doversi sottomettere ancora per un certo tempo ai metodi pedagogici del ginnasio gli sembrava insopportabile.

Sebbene fosse dotato di un buon carattere e fosse assai modesto, col suo comportamento difendeva ostinatamente la sua vita intellettuale contro ogni intrusione esterna. Gli sembrò sempre più insopportabile lo sforzarsi di imparare a memoria le regole, e finì addirittura col preferire di essere punito piuttosto che ripetere meccanicamente qualcosa che aveva appreso senza aver capito.

Dopo un anno trascorso in questa penosa solitudine cercò di lasciare la scuola e di raggiungere i suoi genitori in Italia.

Ad Einstein che era vissuto sempre a Monaco dove imperava il freddo e rigido spirito prussiano, la colorita Italia con le sue arti, la sua gente amante della musica ed il genere di vita meno meccanico, apparve come un allettante paradiso. Egli escogitò un piano che gli avrebbe permesso di sfuggire alla scuola almeno per un po', senza compromettere la possibilità di continuare i suoi studi. Dato che le sue nozioni di matematica erano molto superiori a quanto era richiesto al ginnasio, egli sperò di poter essere ammesso in qualche istituto straniero anche senza diploma.

Forse sperava anche che una volta fuori della Germania ogni cosa si sarebbe messa a posto da sé. Da un dottore si fece fare un certificato con la dichiarazione che a causa di un esaurimento nervoso gli era necessario lasciare la scuola per sei mesi e stare in Italia con i suoi, dove avrebbe potuto rimettersi. Ottenne inoltre dal suo professore di matematica una dichiarazione che asseriva che, date le sue eccezionali nozioni di matematica, egli poteva essere ammesso in un istituto tecnico superiore. La sua partenza dal ginnasio si rivelò in fine molto più facile di quanto egli non avesse preveduto. Un giorno il professore lo chiamò e gli disse che sarebbe stato bene che egli avesse lasciato la scuola. Stupito della piega degli eventi il giovane Einstein chiese di che cosa era incolpato ed il professore rispose: « La tua presenza in classe diminuisce il rispetto degli allievi ». Evidentemente la sua costante avversione ai metodi di insegnamento si era in qualche modo manifestata nel suo comportamento verso i professori e verso i compagni.

Al suo arrivo a Milano egli disse al padre che desiderava rinunciare alla cittadinanza tedesca. Il padre, comunque, conservò la sua cittadinanza e così la situazione divenne piuttosto eccezionale. Poiché Einstein non poteva assumere alcun'altra cittadinanza immediatamente,

divenne apolide. Contemporaneamente egli rinunciò ad aderire alla comunità religiosa ebraica. Il primo periodo della sua permanenza in Italia fu una vera estasi di gioia. Egli era rapito dalle opere d'arte nelle chiese e nei musei, ed ascoltava le musiche che risuonavano in ogni canto di questo paese e le melodiche voci dei suoi abitanti. Andò a piedi attraverso gli Appennini sino a Genova. Osservava con delizia la grazia naturale della gente, che compiva gli atti più ordinari e diceva le cose più semplici con un gusto ed una delicatezza che al giovane Einstein sembravano in netto contrasto col modo di comportarsi della gente in Germania. Là egli aveva visto esseri umani cambiati in automi meccanici senza spirito, che avevano perso ogni naturalezza; qui egli trovò gente il cui comportamento non era determinato da regole artificiali imposte dall'esterno, ma che piuttosto era in accordo con i loro impulsi. Le loro azioni gli sembravano più in accordo con le leggi della natura, che con quelle dell'autorità umana. Questo stato di delizia paradisiaca durò sinché Einstein poté trascurare completamente le necessità della vita, cosa che fece per un certo tempo. Ma la necessità di un lavoro divenne impellente dal momento in cui suo padre si trovò di nuovo in difficoltà finanziarie. La sua officina elettromeccanica non ebbe successo né a Milano né a Pavia. Malgrado il suo ottimismo e la sua serena visione della vita egli dovette dire ad Alberto: « Non posso mantenerti più a lungo, dovrai metterti a lavorare al più presto ».

Quell'oppressione che sembrava finita doveva ricominciare. La sua fuga dal ginnasio era forse stato un passo disastroso? Come avrebbe potuto riprendere la via per iniziare una professione?

La sua esperienza infantile con la bussola gli aveva fatto nascere la curiosità per le misteriose leggi della natura e i suoi studi sui libri di geometria avevano svilup-

pato in lui una grande passione per tutto ciò che è esprimibile in termini matematici, e la convinzione che vi fosse nel mondo un elemento completamente comprensibile alla mente umana. La fisica teorica era il campo che più lo attraeva ed a cui desiderava dedicare la sua vita. Egli voleva studiare questo argomento perché era ansioso di capire se fosse possibile ridurre gli smisurati e complicati fenomeni che avvengono in natura ad una semplice formula matematica.

Dato il suo grande interessamento per le scienze fisiche e matematiche, data la necessità di una istruzione per una professione più pratica, e considerando anche il fatto che l'attività del padre si svolgeva nel campo tecnico, sembrò bene che il giovane Einstein studiasse le scienze tecniche. Inoltre poiché non aveva la licenza ginnasiale, ma possedeva un'ottima conoscenza della matematica, egli pensò che poteva più facilmente entrare in un politecnico che in una regolare università.

6. - *Studente a Zurigo*

A quel tempo la più famosa scuola tecnica dell'Europa centrale, esclusa la Germania, era il Politecnico federale di Zurigo.

Egli poté mostrare che le sue conoscenze di matematica erano superiori a quelle di tutti gli altri candidati. Ma le sue nozioni di lingue moderne o di scienze naturali descrittive (zoologia, botanica) erano insufficienti, e così non fu ammesso. Il tentativo fallì. Ciò che temeva lasciando Monaco si stava avverando e sembrava che egli non avrebbe potuto seguire la via che si era prefisso. Il direttore del Politecnico, comunque, rimase colpito dall'attitudine matematica di Einstein e lo consigliò di conseguire il diploma richiesto in una scuola svizzera, e precisamente la scuola cantonale di Aarau che era ottima

e diretta con criteri progrediti. Questa prospettiva non sorrideva molto ad Einstein poiché temeva di essere nuovamente irreggimentato in una organizzazione simile al ginnasio di Monaco. Egli andò ad Aarau con una certa sfiducia ed ansia, fu invece piacevolmente sorpreso.

La scuola cantonale era diretta con uno spirito ben diverso dal ginnasio di Monaco. Non vi era una istruzione tipo militare, e l'insegnamento era indirizzato ad addestrare gli studenti a pensare ed a lavorare indipendentemente. I professori erano sempre a disposizione degli studenti per ogni amichevole discussione e per consigli. Gli studenti non erano obbligati a rimanere sempre nella stessa aula, vi erano anzi diverse aule che contenevano strumenti, modelli ed accessori per ogni materia. Per la fisica e la chimica vi erano apparati con i quali gli studenti potevano fare le esperienze. Per la zoologia vi era un piccolo museo con i microscopi per osservare i minuti organismi, e per la geografia vi erano carte e fotografie di ogni paese straniero. Qui Einstein perdette la sua avversione per la scuola e divenne più socievole coi compagni.

Ad Aarau egli abitava presso un insegnante della scuola che aveva un figlio ed una figlia, coi quali Einstein faceva spesso gite in montagna. Ebbe anche occasione di discutere problemi di politica con persone che, secondo la tradizione svizzera, molto si interessavano a questi argomenti. Ed ebbe la possibiltà di conoscere punti di vista diversi da quelli cui era abituato in Germania. Dopo un anno alla scuola cantonale Einstein ottenne il diploma e fu così, senz'altro esame, ammesso al Politecnico di Zurigo. Durante questo periodo egli aveva abbandonato l'idea di intraprendere una professione pratica. Il soggiorno ad Aarau gli aveva fatto comprendere come la posizione di insegnante di fisica e matematica in una scuola superiore gli avrebbe permesso di seguire i suoi

studi prediletti e nello stesso tempo di guadagnarsi da vivere modestamente. Il Politecnico aveva una facoltà di fisica e matematica ed Einstein si indirizzò verso questa materia.

Durante l'anno trascorso alla scuola cantonale Einstein aveva compreso chiaramente che il suo interesse era rivolto più alla fisica che non alla matematica pura, come qualche volta aveva creduto mentre era a Monaco. La sua mira era di ricercare le regole più semplici con cui spiegare le leggi naturali. Sfortunatamente a quell'epoca era proprio la facoltà di fisica al Politecnico quella che era condotta in modo più arretrato e pedantesco. Agli studenti venivano insegnati solamente quei principii fondamentali che si trovavano nei testi delle applicazioni tecniche ed in ogni altro posto. Un reale avvicinamento ai fenomeni naturali, o una logica discussione dei semplici principi che li informano, avveniva, in misura molto ridotta. Ma anche se le lezioni di fisica non avevano alcuna profondità di pensiero, furono sufficienti per stimolare Einstein a leggere le opere dei grandi ricercatori in questo campo. Proprio verso quest'epoca, alla fine del secolo diciannovesimo, lo sviluppo della fisica era arrivato ad una svolta. Le teorie di questo periodo erano state scritte in forma brillante dagli scienziati più illustri. Einstein divorò le opere dei classici della fisica teorica di Helmholtz, Kirchoff, Boltzman, Maxwell ed Hertz. Giorno e notte Einstein si immergeva in queste letture dalle quali imparò il modo di erigere una cornice matematica entro cui costruire la struttura della scienza fisica.

L'insegnamento della matematica era ad un livello molto più alto..

Fra gli insegnanti vi era Hermann Minkowski, russo di nascita, che, sebbene ancora giovane, era già considerato come uno dei più originali matematici del suo tempo. Non era però molto valente come insegnante, ed Einstein

non si interessò molto alle sue lezioni. Fu proprio in questo periodo che Einstein perdette l'interesse che aveva per la matematica pura. Egli pensava che anche i principii matematici fondamentali dovevano essere sufficienti a formulare le leggi fisiche, questo era appunto il compito che si era prefisso. Solo molto più tardi si rese conto che il caso era esattamente l'opposto cioè che per la formulazione matematica delle sue idee erano necessari concetti derivati dalla matematica più alta ed evoluta. E fu proprio Minkowski, le cui lezioni Einstein giudicava così poco interessanti, colui che trovò le idee per una formulazione matematica delle teorie di Einstein, che diede poi la possibilità a tutti i futuri sviluppi di questo campo.

In questo periodo il Politecnico godeva di una rinomanza internazionale ed aveva un gran numero di studenti stranïeri. Fra di essi ve ne erano molti dei paesi dell'Est e del Sud-Est dell'Europa, che non volevano studiare in patria per ragioni politiche, perciò divenne il centro dove maturarono le future rivoluzioni. Uno di questi studenti di cui Einstein divenne amico fu Federico Adler, austriaco. Era un giovane biondo e delicato, che come gli altri studenti dell'Est riuniva in sé una grande dedizione ai suoi studi, ed una fede fanatica negli sviluppi rivoluzionari della società. Era il figlio di Viktor Adler, un capo del partito social democratico di Vienna, che voleva tenere suo figlio lontano dalla politica e per questo lo faceva studiare fisica a Zurigo. Un'altra conoscenza di Einstein era Mileva Maritsch, una giovane ungherese. La lingua materna di lei però era il serbo e la sua religione la greco-ortodossa. Apparteneva a quel gruppo etnico numeroso che viveva nel sud-Est dell'Europa e che lottava di continuo contro la dominazione magiara. Come molte studentesse dell' Europa orientale, essa si curava solo del suo lavoro e aveva poche occasioni di at-

tirare l'attenzione degli uomini. Lei ed Einstein trovarono un comune interesse nello studio dei grandi fisici, e passarono così molto tempo assieme. Per Einstein era stato sempre piacevole studiare in compagnia, o meglio formulare le proprie idee esprimendole a parole. Sebbene Mileva Maritsch fosse molto taciturna e assai poco comunicativa, Einstein non ebbe modo di notarlo, preso come era dai suoi studi.

Questo periodo di studi a Zurigo, tanto importante per lo sviluppo intellettuale di Einstein, non fu molto facile per lui per quel che riguardava la vita pratica. La situazione finanziaria di suo padre era così difficile che questi non poteva contribuire in alcun modo ad aiutare il figlio. Einstein riceveva un centinaio di franchi svizzeri al mese da un ricco parente, ma ne doveva mettere da parte venti ogni mese per accumulare la somma necessaria per acquistare la cittadinanza svizzera, che sperava di ottenere una volta conseguita la laurea. Non ebbe da sopportare alcuna restrizione materiale, ma non poteva certo concedersi dei lussi.

7. - *Impiegato in un ufficio brevetti*

Einstein compì i suoi studi proprio alla fine del secolo e subito si trovò di fronte alla necessità di procurarsi un impiego. Quando un giovane con grande amore per la scienza e grandi capacità ha finito il suo regolare corso di studi all'Università, è assai importante per lui ottenere un posto di assistente di qualche professore per potersi esercitare ulteriormente, ed acquistare così la capacità di far ricerche per conto proprio. In tal modo egli impara il metodo sia dell'insegnamento, sia della ricerca scientifica sotto la guida di una persona già pratica. Poiché Einstein pensava che questa fosse la sua strada, fece richiesta per ottenere un posto del genere. Ri-

sultò però che gli stessi professori, che avevano tanto apprezzato il suo talento ed il suo amore per la scienza, non avevano la benché minima intenzione di prenderlo come assistente. Egli non riuscì ad avere alcuna spiegazione diretta di questo rifiuto. Mancando la possibilità di trovare un impiego come insegnante al Politecnico, l'unica alternativa era di rivolgersi alle scuole secondarie. Anche qui però non riuscì, malgrado le ottime lettere di raccomandazione da parte dei suoi professori. L'unica cosa che poté ottenere fu la supplenza temporanea in una scuola tecnica a Winterthur, e dopo pochi mesi fu di nuovo disoccupato. Era il 1901 ed Einstein ventunenne aveva ottenuto la cittadinanza svizzera. Tramite un giornale egli trovò che un insegnante di ginnasio a Schaffhausen, che gestiva una pensione di studenti, cercava un maestro per due ragazzi. Einstein fece richiesta e fu assunto. Egli si trasferì in questa piccola città sul Reno dove le famose cascate facevano udire il loro rumore e dove numerosi turisti si fermavano ad ammirare questo fenomeno contrassegnato con ben tre asterischi sul Baedecker.

Ad Einstein non dispiaceva il nuovo lavoro. Si divertiva a plasmare le menti dei giovani allievi, cercando di escogitare metodi pedagogici migliori di quelli cui era stato abituato. Ma egli ben presto notò che gli altri maestri guastavano il buon seme che seminava, e perciò chiese che l'insegnamento dei due ragazzi fosse lasciato completamente nelle sue mani. Come si può facilmente immaginare, il professore di ginnasio che gestiva la pensione considerò questa richiesta come una ribellione alla sua autorità. Sentì che vi era un'atmosfera di insubordinazione, e licenziò Einstein. In seguito a ciò Einstein si rese conto che non solo gli studenti, ma anche gli insegnanti erano oppressi e sacrificati dalla monotona meccanicità delle scuole ordinarie.

Einstein si trovò di nuovo in difficoltà. Tutti i suoi

sforzi per trovare un posto di insegnante fallirono, sebbene fosse diplomato dal Politecnico ed avesse la cittadinanza svizzera. Non poteva spiegarsi nemmeno lui le ragioni del suo insuccesso. Può darsi che non fosse considerato come un vero svizzero. Con la sua recente cittadinanza, egli era ciò che i veri cittadini chiamavano uno « svizzero di carta ».

Il fatto che fosse di antenati ebrei rendeva ancor più difficile farlo considerare uno svizzero genuino.

In questo oscuro periodo apparve finalmente un raggio di luce. Un compagno di Politecnico, Marcel Grossman, lo presentò ad un certo Haller, direttore dell'ufficio brevetti di Berna. Questi era un uomo intelligente, di larghe vedute, che sapeva che in ogni professione è più importante avere qualcuno capace di pensare per conto proprio, che una persona addestrata ad una particolare *routine*. Dopo un lungo colloquio si convinse che sebbene Einstein non avesse pratica di invenzioni tecniche, era la persona adatta per occupare un posto nell'ufficio brevetti, e perciò lo assunse. Sotto molti punti di vista, il trasferimento di Einstein a Berna fu una svolta della sua vita. Egli aveva ora un posto con uno stipendio fisso di circa tre mila franchi all'anno, cifra che per quel tempo rendeva possibile una vita comoda. Aveva la possibilità di dedicare il tempo libero, di cui aveva notevole disponibilità, alle sue ricerche scientifiche. Era in condizione di poter pensare al matrimonio e di formarsi una famiglia.

Poco dopo il suo arrivo a Berna sposò Mileva Maritsch, sua compagna al Politecnico. Era un po' più anziana di lui. Malgrado la sua religione greco-ortodossa, era una libera pensatrice e di idee progredite, come quasi tutti gli studenti serbi. Di natura riservata, non aveva la dote di entrare in rapporti intimi e cordiali col proprio ambiente.

La personalità di Einstein così differente, quale si manifestava nella naturalezza del suo comportamento e nel carattere interessante della sua conversazione, spesso la metteva a disagio. Vi era qualche cosa di rozzo e di duro nel suo carattere. Perciò la sua vita con Einstein non fu sempre motivo di pace e di felicità. Quando egli desiderava discutere con lei le sue idee, cosa che capitava molto spesso, essa mostrava così poco entusiasmo che egli non riusciva a capire se essa fosse interessata o no. In principio però egli fu contento di poter vivere una vita propria con la sua famiglia.

Due figli nacquero uno dopo l'altro e il maggiore fu chiamato Alberto come il padre. Einstein era felice con i suoi bambini. Gli piaceva occuparsi di loro e dir loro quello che gli veniva in mente e osservare le loro reazioni.

Il lavoro di Einstein all'ufficio brevetti non era affatto privo di interesse. Il suo compito era di fare un esame preliminare delle invenzioni. La maggior parte degli inventori sono dei dilettanti, ed anche molti professionisti sono incapaci di esprimere le loro idee con chiarezza. Era compito dell'ufficio brevetti dare assistenza legale alle invenzioni ed agli inventori, erano perciò necessarie delle descrizioni esatte che spiegassero chiaramente la natura di ogni invenzione. Einstein doveva mettere in forma chiara e definita le richieste di brevetti che quasi sempre erano scritte in modo vago. Ciò spesso non era facile e dava ad Einstein l'occasione di studiare a fondo molte idee che sembravano nuove ed interessanti. Forse fu questo lavoro che sviluppò la sua straordinaria facoltà di afferrare immediatamente le conseguenze più importanti di ogni ipotesi che gli venisse presentata, facoltà che ha destato tanta ammirazione in coloro che ebbero occasione di osservarlo in discussioni scientifiche. Questo occuparsi di invenzioni tenne anche desto in Einstein

l'interesse nella costruzione degli apparecchi scientifici.

Esiste tuttora un apparecchio per misurare le piccole cariche elettriche, che egli inventò a quel tempo. Tale lavoro era per lui una specie di ricreazione dalle sue ricerche astratte e teoriche, come lo sono gli scacchi o i libri gialli per altri scienziati.

Non pochi matematici si divertono risolvendo problemi scacchistici e non con lo sport o col cinematografo. Avviene che una mente matematica trovi il suo miglior riposo occupandosi di problemi per cui non occorre una applicazione seria, ma che tuttavia richiedono un po' di pensiero logico. Einstein non ama gli scacchi o i libri gialli, ma si diverte ad inventare ogni specie di strumento tecnico e a discuterne con gli amici. Anche oggi infatti è spesso in compagnia del suo amico Dr. Bucky di New York, un noto fisico specialista nelle costruzioni degli apparecchi per raggi X. Assieme essi hanno escogitato un meccanismo per regolare automaticamente il tempo di esposizione di una pellicola fotografica in funzione della illuminazione. L'interesse di Einstein per tali invenzioni non è legato alla pratica utilità di esse, ma alla genialità del congegno.

II

CONCEZIONE DEL MONDO FISICO PRIMA DI EINSTEIN

1. - *Concezione filosofica della natura*

La filosofia della natura che prevale in un certo periodo ha sempre una profonda influenza sullo sviluppo della scienza fisica nello stesso periodo. Nel corso della sua storia la scienza della natura fu trattata secondo due punti di vista molto diversi. Uno di questi punti di vista, che può essere chiamato « scientifico », ha cercato di sviluppare un sistema in cui i fatti osservati potessero essere messi in correlazione e da cui si potessero trarre nozioni utili, mentre l'altro, che può essere chiamato « filosofico », ha tentato di spiegare i fenomeni naturali secondo una specifica esposizione storicamente sanzionata. Questa differenza può essere più chiaramente illustrata seguendo la teoria dei moti dei corpi celesti.

Nel sedicesimo secolo la teoria copernicana, che sosteneva che la terra si muove attorno al sole, era considerata utile per la correlazione della posizione degli astri, ma non era considerata « filosoficamente vera » essendo in contraddizione con l'idea filosofica allora in voga, che la terra fosse ferma ed al centro dell'universo.

La concezione filosofica stessa, nella storia della scienza, ha subìto molti cambiamenti in seguito a scoperte rivoluzionarie.

Si notano due periodi fondamentali. Nel Medio Evo la spiegazione dei fenomeni naturali era data mediante analogie col comportamento degli animali e degli esseri umani. Per esempio il moto dei corpi celesti e dei proiettili era spiegato come se si trattasse di azioni di creature viventi. Chiamiamo « animistica » questa concezione. Le ricerche nel campo della meccanica, fatte da Galileo e da Newton nel diciassettesimo secolo, hanno attuato la prima grande rivoluzione nel pensiero fisico ed hanno dato origine al punto di vista « meccanicistico » secondo cui tutti i fenomeni sono spiegati in termini di macchine semplici, come leve e ruote. Questo modo di vedere ebbe enorme successo, e la meccanica divenne il modello di tutte le scienze naturali, anzi di tutte le scienze in generale. Esso raggiunse il suo culmine verso il 1870 e poi, in seguito ad altre scoperte nei nuovi campi della fisica, si iniziò un processo di disintegrazione.

Nel 1905, con la prima pubblicazione di Einstein sulla teoria della relatività, iniziò la seconda grande rivoluzione.

Come Newton causò il trapasso dalla fisica animistica a quella meccanicistica, così Einstein causò il trapasso dalla fisica meccanicistica a quella fisica, che talvolta viene chiamata « descrizione matematica della natura ».

Per capire bene l'opera di Einstein, e la fama che hanno le sue teorie di esser paradossali, è necessario conoscere i grandi sconvolgimenti e le interferenze di forze politiche, religiose e sociali, che hanno sempre accompagnato le rivoluzioni delle concezioni filosofiche della natura.

L'inquisizione romana ha stigmatizzato e condannato le ricerche di Copernico e di Galileo come « filosoficamente false », perché non si adattavano alla sua concezione della natura, così pure molti filosofi e fisici di tutto il mondo hanno ripudiato la teoria della relatività di Ein-

stein, poiché non potevano comprenderla dal loro punto di vista meccanicistico. In entrambi i casi la ragione della condanna non era una differenza di opinione nella valutazione delle osservazioni, ma il fatto che le nuove teorie non usavano le analogie richieste dalla filosofia tradizionale. E' vero che la rigida insistenza su una particolare analogia esplicativa ha in qualche caso ostacolato la formulazione di nuove leggi, formulazione che sarebbe servita a spiegare fenomeni di più recente scoperta; ma sarebbe però una grave ingiustizia storica affermare che questo conservatorismo sia sempre stato dannoso al progresso della scienza.

L'applicazione di una particolare concezione è uno strumento molto importante per la unificazione dei vari rami della scienza. Secondo il punto di vista animistico, non vi era una vera e propria separazione fra la natura animata e la natura inanimata. Entrambe erano sottoposte alle medesime leggi. La stessa situazione si verificava secondo il punto di vista meccanicistico, per cui anche gli organismi viventi erano descritti in termini di meccanica. Inoltre, l'applicazione di una analogia spesso richiede una semplificazione formale, perché sostiene teorie che fanno derivare tutti i risultati sperimentali da pochi principî semplici. Poiché tutti abbiamo assorbito a scuola la concezione meccanicistica della natura, essa ci è diventata così familiare che la consideriamo come evidente, e non riusciamo più ad afferrare i punti salienti. Perciò per comprendere il grande significato rivoluzionario che questa teoria possedeva quando è apparsa la prima volta, dobbiamo sforzarci di immaginare noi stessi in quel periodo. Noi vedremo allora che la scienza meccanicistica in quella prima fase appariva a molti tanto inconcepibile e paradossale, quanto lo sono oggi le teorie di Einstein.

2. - *Fisica animistica nel Medio Evo*

Quando osserviamo il modo di agire di una persona, noi notiamo che qualche volta è comprensibile, qualche altra incomprensibile. Se vediamo uno correre improvvisamente in una determinata direzione, in un primo momento ci sembra strano, ma quando apprendiamo che da quella parte vengono distribuite monete d'oro gratuitamente, il suo modo d'agire diventa comprensibile. Non possiamo comprendere la sua azione sino a che non ne conosciamo lo scopo. Esattamente lo stesso avviene per il comportamento degli animali. Se una lepre balza via a grande velocità, noi comprendiamo la sua azione quando sappiamo che vi è un cane che la insegue. Lo scopo di ogni moto è quello di raggiungere un punto migliore per qualche aspetto del punto di partenza.

I vari esseri viventi hanno vari modi di agire secondo la loro diversa natura: la « scienza animistica » spiega i movimenti degli oggetti inanimati in base allo stesso criterio. Il cadere di una pietra o il salire di una fiamma possono essere interpretati così: come un topo ha il suo buco in terra, mentre un'aquila fa il nido su una rupe montana, così una pietra ha il suo posto preferito sulla terra, mentre la fiamma lo ha in alto nelle sfere che ruotano attorno alla terra. Ogni corpo ha un suo posto naturale dove dovrebbe stare secondo la sua natura. Se un corpo è rimosso da questo posto compie un moto violento per ritornarvi il più presto possibile. Una pietra gettata per aria tende a ritornare il più presto possibile nella posizione più vicina al centro della terra, esattamente come un topo che è stato tirato fuori dal suo buco cerca di tornarvi il più presto possibile, non appena l'animale da cui è stato disturbato se ne sia andato.

Naturalmente è possibile impedire alla pietra di ca-

dere. Questo capita quando una « violenta » forza agisce su di essa. Secondo gli antichi filosofi « un medico cerca di far guarire, ma alcuni ostacoli possono impedirgli di raggiungere il suo scopo ». Queste analogie descrivono il punto di vista animistico forse nella forma più semplice. Vi sono anche dei moti che apparentemente non perseguono uno scopo. Essi non tendono verso alcuna meta, ma semplicemente si ripetono. Tali sono i moti dei corpi celesti. Questi perciò erano considerati come esseri spirituali di natura molto più elevata. Come è scopo degli esseri più bassi il tendere verso una meta o sfuggire ad un pericolo, così della natura dei corpi spirituali il ripetere eternamente gli stessi movimenti.

La concezione animistica ha le sue origini nel pensiero del filosofo greco Aristotele. Pur essendo una filosofia fondamentalmente pagana, la si può ritrovare attraverso tutto il Medio Evo, solo con piccole variazioni, nelle dottrine del più grande filosofo cattolico Tomaso d'Aquino, come pure nelle dottrine del filosofo ebreo Mosé Maimonide e del maomettano Averroè.

3. - *Fisica e filosofia meccanicistica*

La transizione dalla fisica animistica a quella meccanicistica è drammaticamente personificata in Galileo Galilei. Egli considerava la teoria copernicana del moto della terra come qualche cosa di più di una semplice ipotesi « astronomica ». Egli osò mettere in dubbio i principii basilari della fisica medioevale. Galileo prende per suo punto di partenza il moto di un corpo lungo una linea retta con velocità costante. E' questo il tipo di moto che si può più facilmente esprimere in forma matematica. Egli poi considera il moto lungo una retta con accelerazione costante, quello cioè in cui la velocità aumenta di una quantità costante in ogni unità di tempo. Sulla

base di queste semplici forme Galileo ha cercato di spiegare i moti più complessi. In particolare egli ha scoperto la proprietà caratteristica della caduta dei gravi e della traiettoria dei proiettili di essere soggette ad una accelerazione costante verso il basso. Egli così poté considerare il moto risultante come costituito di due componenti:

1) Un moto in cui la velocità iniziale rimane costante sia in direzione che in grandezza (moto d'inerzia).

2) Un moto con accelerazione costante diretta verso il basso (azione di gravità).

Sir Isaac Newton ha poi esteso questo schema ai moti più complessi dei corpi celesti e poi a tutti i moti in generale.

Per il moto circolare dei pianeti, come quello della terra attorno al sole, Newton ha trovato le seguenti componenti:

1) Moto d'inerzia dove la velocità iniziale rimane costante sia in grandezza che in direzione.

2) Azione delle forze gravitazionali fra il sole e la terra, secondo cui la terra riceve una accelerazione che è diretta verso il sole e che è inversamente proporzionale al quadrato della distanza fra la terra e il sole.

Egli ha poi sviluppato queste idee nelle sue famose leggi del moto e della teoria della gravitazione:

1) Ogni corpo seguita a rimanere nel suo stato iniziale di riposo o di moto uniforme in linea retta a meno che non sia costretto a cambiare il suo stato dalle azioni di forza che si esercitano su di esso (legge di inerzia);

2) Il cambiamento del moto è proporzionale alla forza applicata, e avviene nella direzione in cui la forza è diretta (legge della forza);

3) Ad ogni azione si oppone sempre una eguale reazione;

Legge di gravitazione universale: Ogni particella di materia nell'universo attrae qualsiasi altra particella con una forza la cui direzione è quella della retta che le unisce e la cui grandezza è direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse ed inversamente proporzionale al quadrato delle loro distanze.

Lo straordinario successo di queste leggi è troppo noto per richiedere una illustrazione. Esse hanno dato la base per ogni fisica, astronomia, ed ingegneria meccanicistica.

Newton ed i suoi contemporanei hanno proposto pure teorie riguardanti i fenomeni ottici. Tutte queste teorie avevano un lato comune: esse presupponevano che le leggi della meccanica, che risultarono tanto utili nel calcolo del moto dei corpi celesti e dei corpi materiali comuni, potessero essere applicate anche ai fenomeni ottici, e cercarono perciò di spiegarli come moti di particelle. Tentativi del tutto simili furono fatti anche per tutti i fenomeni in altri rami della scienza, come ad esempio l'elettromagnetismo e le reazioni chimiche. In ogni caso il particolare fenomeno era spiegato con un modello meccanico che obbediva alle leggi di Newton.

L'enorme successo di questo metodo arrivò ad un punto tale per cui erano considerate come « fisicamente comprensibili » solo le spiegazioni basate su analogie meccaniche.

Qualunque altro modo di presentare e calcolare una serie di fenomeni, poteva essere « praticamente utile » ma non sembrava permettere una « comprensione fisica ». Le spiegazioni secondo procedimenti meccanici hanno preso quel posto che durante il Medio Evo avevano le spiegazioni secondo i modelli della fisica animistica. Una filosofia meccanicistica ha preso il posto della filosofia animistica.

E' comunque evidente che inizialmente la fisica mec-

canicistica deve il suo successo solamente alla sua utilità pratica e non ad una qualsiasi plausibilità filosofica. La legge d'inerzia, quando fu esposta la prima volta, non era affatto plausibile dal punto di vista della filosofia medioevale in voga; al contrario, era assurda.

Perché mai un corpo terrestre avrebbe dovuto muoversi secondo una linea retta e viaggiare per sempre sino all'infinito, dove non aveva alcuna meta da raggiungere? Ciò non di meno questa legge « assurda » ha superato ogni opposizione, prima di tutto perché era semplice da un punto di vista matematico, in secondo luogo perché la fisica meccanicistica che su di essa era basata ha condotto a straordinari risultati. In seguito a ciò l'intiera situazione fu rovesciata e si è giunti all'affermazione che solamente le spiegazioni secondo modelli meccanici erano « filosoficamente vere ». I filosofi del periodo meccanicistico, specialmente dalla fine del diciottesimo secolo in poi, hanno trovato ogni sorta di idee per provare non solo che la legge di inerzia non era assurda, ma che la sua verità era evidente al semplice confronto con la ragione e che ogni altra ipotesi era in contraddizione con la filosofia.

In questo si trovano le ragioni storiche delle lotte condotte da molti filosofi contro le teorie di Einstein. Ad essi si allenarono molti fisici sperimentali, la cui capacità di vedere i problemi generali non riusciva ad elevarsi fino ai principi scientifici che essi applicavano nei loro laboratori. Essi tenevano le loro ricerche scientifiche separate dalla filosofia tradizionale che era stata loro insegnata nella Università e nella quale credevano piuttosto come in un dogma che come in una teoria scientifica.

4. - *Il principio della relatività nella meccanica newtoniana*

Vi era un punto però, nelle leggi di Newton, che non era chiaro. Ed era un punto molto importante. La legge d'inerzia stabilisce che ogni corpo si muove secondo una linea retta con velocità costante a meno che non sia obbligato da influenze esterne a cambiare di moto. Ma quale è il significato della espressione « muoversi secondo una linea retta »? Nell'uso comune è assolutamente chiaro; quando una palla da bigliardo si muove parallelamente ad un lato del tavolo si muove secondo una linea retta. Ma il tavolo si trova sulla terra, la quale ruota attorno al suo asse polare ed inoltre ruota intorno al sole. A qualcuno che stesse fuori della terra sembrerebbe che la stessa palla descriva una traiettoria ben più complicata. Quindi la palla si muove secondo una linea retta soltanto relativamente ad una persona che si trova nella stessa stanza.

Newton ha spiegato questo punto definendo il « moto assoluto » come « passaggio di un corpo da una posizione assoluta ad un'altra » ed inoltre dicendo: « il moto assoluto non è né creato né alterato, ma conferito al corpo che si muove da qualche forza ». Così se noi osserviamo una palla che si muove parallelamente ad un lato del tavolo, senza che alcuna forza agisca su di essa, possiamo considerare la camera come ferma nello « spazio assoluto ». Questa camera « ferma » in cui vigono le leggi di inerzia è stata più tardi chiamata « sistema inerziale ». Se una stanza, ad esempio su una giostra, ruota rispetto alla stanza ferma, allora una palla non può muoversi parallelamente ad un lato di un tavolo che si trovi nella giostra senza che su essa vengano esercitate forze opportune. Una giostra non è un sistema inerziale.

Ma cosa accade se la seconda stanza compie un moto uniforme in linea retta? La palla può muoversi parallelamente ad un lato del tavolo senza che alcuna forza debba essere esercitata nella stanza in moto. Infatti, ogni moto che avviene con velocità costante in linea retta nel primo sistema, avverrà con velocità costante in linea retta anche nel secondo sistema. Conseguentemente la legge di inerzia regge anche nel sistema in moto ed è sempre vera, qualunque sia la velocità relativamente alla camera « ferma », sempre che sia costante in direzione e grandezza. Qualora delle forze agiscano sulla palla e la sua velocità non rimanga costante, ma sia introdotta un'accelerazione, tale accelerazione sarà la stessa in entrambi i sistemi.

Perciò la legge della forza, che determina l'accelerazione ed è indipendente dalla velocità iniziale, è la stessa per entrambi i sistemi. Non possiamo così determinare la velocità con cui si muove la stanza relativamente al sistema iniziale originale, mediante esperimenti sul moto che i corpi compiono in questa stanza, ed inversamente, mediante la legge della forza e le velocità iniziali non possiamo prevedere i moti futuri dei corpi entro la stanza, se non sappiamo nulla della velocità con la quale si muove la stanza. Qualsiasi sistema, che si muove con velocità uniforme lungo una linea retta relativamente ad un sistema inerziale, è esso pure un sistema inerziale. Ma le leggi di Newton non dicono quali corpi materiali siano sistemi inerziali e quali no.

Per la maggior parte degli scopi pratici, l'effetto della rotazione e della rivoluzione della terra è tanto piccolo che il suo moto può essere considerato come uniforme e in linea retta. Per questi scopi la terra è approssimativamente un sistema inerziale e possiamo determinare e prevedere il moto di particelle sulla terra mediante le leggi di Newton. La stessa cosa può esser fatta entro un

treno, in un ascensore, in una nave, purché il loro moto relativo alla terra sia compiuto in linea retta e con velocità costante. E' un'esperienza comune che possiamo compiere con una palla esattamente allo stesso modo, sia che siamo a bordo di un treno o di una nave, purché essa non subisca scosse o beccheggi. Questa legge, riguardante la possibilità di predire i movimenti futuri conoscendo le velocità iniziali e la legge della forza, può chiamarsi il « principio di relatività della fisica meccanicistica ».

La si deduce dalle leggi di Newton e riguarda solamente i moti relativi e non i moti assoluti. Espressa in questa forma è un'asserzione positiva, ma può essere anche espressa in maniera negativa, nel modo seguente: è impossibile, mediante esperimenti come quelli descritti sopra, distinguere un sistema inerziale da un altro.

In tale modo il principio di relatività è apparso la prima volta come un lato caratteristico della meccanica newtoniana. Come vedremo, il grande successo di Einstein sta nell'avere scoperto che questo principio è applicabile anche in quei casi in cui la meccanica newtoniana non è più valida. Egli comprese che il principio di relatività è più adatto delle leggi newtoniane per servire di base ad una teoria generale dei fenomeni fisici. Continua ad essere valido anche là dove la fisica meccanicistica non regge più.

5. - *L'etere come ipotesi meccanica*

La spiegazione dei fenomeni ottici, come la riflessione e la rifrazione della luce, è stata data inizialmente mediante due teorie opposte. Newton sosteneva la teoria corpuscolare, secondo la quale la luce era considerata come una corrente di particelle che si comportavano in accordo con le leggi del moto, mentre un suo contemporaneo,

l' Huygens, proponeva la teoria ondulatoria, secondo la quale la luce era considerata come la vibrazione di un certo mezzo, esattamente come il suono è una vibrazione dell'aria. La controversia è stata appianata verso il 1850 in favore della teoria ondulatoria dai fisici francesi Arago e Foucault. In seguito i calcoli teorici di Maxwell ed i lavori sperimentali di Hertz stabilirono che queste vibrazioni della luce erano di natura elettromagnetica; ovverosia stabilirono che la luce è dovuta ad una rapidissima oscillazione di campi elettrici e magnetici.

Queste vibrazioni, che danno origine alla propagazione di onde, richiedono un certo mezzo in cui vibrare. Il suono è dovuto alle vibrazioni delle molecole d'aria; non vi è suono nel vuoto. Le onde sismiche, mediante le quali si possono registrare i terremoti, sono dovute alle vibrazioni della materia che costituisce la terra. Le onde marine sono dovute al moto dell'acqua alla superficie. Ma la luce delle stelle lontanissime giunge fino a noi senza che apparentemente vi sia alcun mezzo materiale nello spazio interstellare. Ciò non di meno, secondo la fisica meccanicistica, è assolutamente indispensabile che le oscillazioni, che danno origine alla propagazione della luce, abbiano qualche mezzo entro cui oscillare. Questo mezzo fu chiamato etere.

Due domande sorgono quando consideriamo l'analogia fra le onde del suono nell'aria e le onde della luce nell'etere.

Quando un oggetto, come un aeroplano od un proiettile, si sposta nell'aria, esso incontra una certa resistenza dovuta all' attrito, ed una certa quantità di aria viene trascinata dall'oggetto nel suo avanzamento. Di qui la prima domanda: « E' possibile osservare il moto dei corpi attraverso l'etere, ad esempio il moto della terra mentre ruota attorno al sole? ». E la seconda domanda: « L'etere costituisce un ostacolo per il moto degli oggetti che

si spostano entro di esso? Vi sono fenomeni di trascinamento dell'etere? ».

Per rispondere a queste domande è necessario considerare le proprietà della propagazione della luce attraverso l'etere, dato che è soltanto mediante la luce che l'etere manifesta la sua presenza. Ora se la luce è come il propagarsi della increspatura su uno stagno, la sua velocità avrà un determinato valore rispetto all'etere; e per ogni osservatore che si muova rispetto ad essa, la velocità sarà maggiore o minore a seconda che l'osservatore si muova nella stessa direzione o in senso opposto. Perciò se la terra si muove attraverso l'etere senza trascinarlo nel suo moto attorno al sole, la sua velocità relativa all'etere sarà osservabile misurando la velocità della luce relativamente alla terra nelle differenti direzioni.

Il fatto che la terra si muove attraverso l'etere senza influenzarlo è noto come aberrazione della luce delle stelle. Il modo con cui il propagarsi della luce da una stella è visto da un osservatore che si trova sulla terra, la quale gira attorno al sole, è simile a quello con cui una persona osserva uno spettacolo su un palco da una piattaforma che gira attorno ad esso. Sembrerà ad essa che sul palco ogni cosa mostri dei cambiamenti annuali. Gli astronomi da lungo tempo conoscono che le stelle soggiacciono a questi apparenti moti annuali. Così il fenomeno della aberrazione mostra che l'etere non è influenzato dal moto della terra.

L'esperimento decisivo per trovare il moto relativo della terra attraverso l'etere fu preparato per la prima volta all'Accademia Navale degli Stati Uniti nel 1879 da A. A. Michelson.

Fu compiuto in seguito all'Osservatorio Astrofisico di Potsdam dove egli eseguì delle ricerche per un anno, e fu ripetuto poi negli Stati Uniti. Michelson, illustre

sperimentatore per misure ottiche di precisione, aveva disposto la sua esperienza in modo che potesse essere fatta una misura definita, anche se la velocità della terra attraverso l'etere fosse piccolissima in confronto alla velocità del suo moto attorno al sole. Il risultato comunque fu completamente negativo. Non fu possibile constatare alcun moto della terra attraverso l'etere.

La teoria meccanicistica della luce conduceva ad un dilemma. La « aberrazione » mostra che la terra si muove attraverso l'etere senza disturbarlo; l'esperienza di Michelson, al contrario, mostra che non è possibile trovare la velocità con cui la terra muove attraverso l'etere.

6. - *Residui di concetti medioevali nella fisica matematica*

Nella fisica medioevale, l'idea base dei moti degli oggetti era il concetto che i corpi celesti ruotassero attorno alla terra presa come punto fisso. Si immaginava una specie di intelaiatura universale entro cui ogni cosa aveva il proprio posto. Il moto entro questo sistema significava un moto relativo a questa intelaiatura. Il problema di un moto assoluto non appariva. Anche la misura naturale del tempo era data dai periodi di rivoluzione dei corpi celesti. Può sembrare dapprima che la teoria copernicana e la meccanica di Galileo e di Newton abbiano distrutto questo « mondo chiuso » del Medio Evo, ma un esame più attento mostra che un concetto simile è rimasto nella fisica meccanicistica. La legge di inerzia di Newton implicava che gli oggetti liberi di muoversi potessero spostarsi oltre ogni limite spaziale, ma questo era in relazione allo « spazio assoluto ». Poiché la relazione fra lo spazio assoluto e il contenuto empirico delle leggi fisiche era difficile da dimostrare, fu introdotto il concetto ausiliario di « sistema inerziale ».

Non era possibile comunque spiegare come mai la legge di inerzia fosse valida in certi sistemi e non lo fosse più in altri. Questa caratteristica non era collegata con alcuna altra proprietà fisica del sistema. In tal modo il sistema inerziale conservava in parte lo stesso carattere dell'intelaiatura medioevale. Inoltre, estendendo le leggi meccaniche all'ottica, si è trovato necessario materializzare lo spazio con l'etere. Il moto di un laboratorio relativo ad esso avrebbe dovuto essere osservabile mediante esperimenti ottici.

I fisici del periodo meccanicistico si trovarono sempre a disagio usando le parole « spazio assoluto », « tempo assoluto », « moto assoluto », « sistema inerziale », ed « etere universale ».

Newton stesso non riuscì a spiegare come si potesse riconoscere il moto di un corpo nello « spazio assoluto » mediante una osservazione reale, e perciò egli scrisse: « E' difficilissimo scoprire e distinguere effettivamente il vero moto di un corpo particolare da quello apparente, perché le parti di questo spazio immobile, in cui si compiono questi moti, non sono osservabili con alcun mezzo mediante i nostri sensi ». Conseguentemente, se si rimane nei limiti della fisica, non si può dare una definizione soddisfacente di « moto assoluto ». La teoria diverrebbe completamente e logicamente inoppugnabile solo se Dio e la sua coscienza fossero aggiunti ai fatti fisici, e questo era assiomatico per Newton.

Per lungo tempo nessuno si era mai reso conto precisamente quale fosse il legame reale fra le riflessioni teologiche di Newton e il suo lavoro scientifico. Si è spesso affermato che non vi era collegamento logico e che le sue riflessioni avevano un significato puramente sentimentale, oppure erano una concessione allo spirito teologico della sua epoca. Ma non è certamente così. Sebbene vi fossero dei dubbi su questo punto in un primo

momento, ora, dalla scoperta del diario di Davide Gregory, un amico ed allievo di Newton, noi sappiamo definitivamente che Newton introdusse le ipotesi teologiche, per dare alla sua teoria dello spazio vuoto ed assoluto una forma logicamente inattaccabile. Il diario di Gregory per l'anno 1705 contiene un brano riguardante una conversazione con Newton su questo argomento. Esso dice: « Di cosa è pieno lo spazio vuoto di corpi, la verità è che egli (Newton) crede che Dio sia onnipresente nel senso letterale; e che allo stesso modo come noi ci rendiamo conto degli oggetti quando portiamo le loro immagini entro il cervello, così Dio deve percepire ogni cosa, essendo intimamente presente in ogni cosa: perché egli (Newton) suppone che, come Dio è presente negli spazi dove non vi son corpi, così pure è presente in quello spazio dove anche un corpo è presente ».

E. A. Burtt nei suoi « Fondamenti metafisici della moderna scienza fisica », pubblicati nel 1925, interpreta correttamente: « Certamente almeno Dio deve sapere se un dato moto è assoluto o relativo. La coscienza divina fornisce l'ultimo punto di riferimento per i moti assoluti. Inoltre l'animismo nella concezione di Newton della forza ha una parte importante nelle sue premesse. Dio è la causa ultima del moto. Così, in ultima analisi, tutti i moti assoluti e relativi sono il risultato di una spesa di energia divina. Ogni volta che l'intelligenza divina è a conoscenza di questa spesa, il moto che in tal modo viene aggiunto al sistema del mondo deve essere assoluto ». Mediante questa concezione antropomorfica di Dio, si ottiene una definizione del moto assoluto scientifica, quasi fisica. Essa è collegata all'energia spesa da un essere chiamato Dio, ma al quale sono attribuite le proprietà di un sistema fisico. Altrimenti il concetto di energia non potrebbe essere applicato al sistema. In fondo questa definizione significa che si deve pre-

supporre, nel mondo, l'esistenza di una sorgente di energia distinta da tutte le altre. Il moto prodotto dalla spesa di energia di un sistema meccanico in generale è descritto come un moto « relativo », mentre un moto prodotto da questo essere unico è caratterizzato come « assoluto ». Non si deve mai dimenticare però che l'ammissibilità logica di questa definizione di moto assoluto è legata all'esistenza dell'essere produttore di energia. Durante il secolo decimottavo, nell'era dell' Illuminismo, gli uomini non amavano più attribuire a Dio una parte nelle leggi della fisica. Ma si dimenticò che il concetto newtoniano di « moto assoluto » era con ciò privato di ogni contenuto. Burtt nel suo libro sopra menzionato dice molto esattamente: « Quando nel diciottesimo secolo, la concezione newtoniana del mondo fu gradualmente spogliata delle sue relazioni religiose, l'estrema spiegazione dello spazio e del tempo assoluto disparve e l'entità fu lasciata vuota ».

7. - *Critica della filosofia meccanicistica*

Verso la fine del secolo diciannovesimo fu scoperto un numero sempre più grande di fenomeni fisici, che potevano essere spiegati solamente con grande difficoltà ed in maniera molto complicata mediante i principii della meccanica newtoniana. In conseguenza nacquero nuove teorie, le quali non era ben chiaro se si potessero derivare dalla meccanica newtoniana oppure no, ma che comunque erano accettate come rappresentazioni temporanee dei fenomeni osservati. Era questa una vera conoscenza della natura o soltanto una « descrizione matematica », così come fu considerato il sistema copernicano nella fisica medioevale? Questi dubbi non potevano essere risolti sinché si credeva che vi fossero prove filosofiche, secondo le quali il risalire alla meccanica new-

toniana era l'unica via possibile per la vera comprensione della natura.

Durante l'ultimo quarto del secolo decimonono divenne sempre più evidente un atteggiamento critico verso questa filosofia meccanicistica. Una chiara comprensione di questo atteggiamento critico è essenziale per la comprensione delle teorie di Einstein e della loro posizione nello sviluppo della conoscenza della natura.

Fintanto che si credeva che la meccanica newtoniana fosse basata sulla ragione umana e non potesse essere scossa da alcun progresso scientifico, ogni tentativo di fissare una teoria del moto non basata sulla teoria newtoniana, come quella di Einstein, doveva necessariamente apparire assurdo. La critica della filosofia meccanicistica arò il terreno in cui poi Einstein poté gettare il suo seme.

Fra queste critiche possiamo menzionare come prima quella di Gustav Kirchhoff, lo scopritore dell'analisi spettrale. Nel 1876 egli stabilì che era compito della meccanica il « descrivere completamente e più semplicemente possibile i moti che si verificano in natura ». Con questo si intende che la meccanica newtoniana non è altro che uno schema conveniente per una semplice rappresentazione dei fenomeni di moto che si osservano nell'esperienza quotidiana. Non ci dà una « comprensione » di questi fenomeni in alcun senso filosofico. Ma in tal modo egli, contraddicendo l'opinione generale che i principii meccanici newtoniani fossero assiomatici per la mente umana, produsse quasi uno scandalo fra gli scienziati ed i filosofi. Inoltre, con la concezione di Kirchhoff, secondo la quale la meccanica è solamente una descrizione dei fenomeni del moto, la spiegazione meccanica dei fenomeni dell'ottica, dell'elettricità, del calore, ecc. ecc., che era appunto lo scopo dei fisici meccanicistici, diventa semplicemente una descrizione di questi argo-

menti mediante modelli che erano più adatti per la meccanica. Perché fare questa descrizione in modo così involuto, usando la meccanica, anziché cercare di trovare direttamente lo schema più adatto per la descrizione dei vari fenomeni? La meccanica newtoniana fu così privata delle sue prerogative filosofiche.

Nel 1888 Heinrich Hertz scoprì le onde elettromagnetiche, che formano la base della moderna telegrafia senza fili e della radio, e si accinse a darne la spiegazione teorica. Egli prese come suo punto di partenza la teoria dei campi elettromagnetici di Maxwell. James Clerk Maxwell aveva derivato le sue equazioni fondamentali dalla fisica meccanicistica, ponendo che i fenomeni elettromagnetici fossero veramente oscillazioni meccaniche nell'etere. Hertz notò che, così facendo, Maxwell era stato costretto ad inventare un meccanismo che era molto difficile da calcolare e trovò che era molto più semplice rappresentare i fenomeni elettromagnetici direttamente mediante le equazioni di Maxwell fra il campo elettrico e magnetico e le cariche. Poiché, inoltre, era evidente che queste relazioni non si potevano derivare direttamente dall'esperienza, egli fu condotto a considerare il carattere logico di queste equazioni. Nel 1889 egli fece una osservazione che può essere considerata come il programma dei nuovi passi della fisica, una concezione che doveva eventualmente sostituire il punto di vista meccanicistico. Hertz disse: « Non può essere dedotta dall'esperienza nessuna prova per le equazioni di Maxwell. Sembra più logico perciò considerarle indipendentemente dal modo con cui ci si è arrivati e considerarle come osservazioni ipotetiche che sono plausibili in quanto abbracciano un gran numero di leggi naturali. Se ci decidiamo ad adottare questo modo di vedere ci possiamo sbarazzare di una quantità di idee ausiliarie, che rendono più difficile la comprensione della teoria di Maxwell ».

In tal modo Hertz rinuncia a ciò che durante il periodo animistico e meccanicistico era chiamato il fondamento filosofico della fisica. Sosteneva che era sufficiente conoscere le leggi con cui si potevano calcolare e predire i fenomeni, senza sollevare alcuna questione se queste leggi fossero, o non fossero, intrinsecamente evidenti alla mente umana.

8. - *Ernst Mach: le leggi generali della fisica sono sommari di osservazioni organizzati in forma semplice*

La critica alla filosofia meccanicistica da parte di fisici come Kirchhoff ed Hertz era soltanto occasionale ed aforistica. Vi erano altri però la cui critica era basata su una ben precisa concezione della natura e del compito della scienza.

Il filosofo francese Auguste Comte avanzò la teoria che la fase « positivistica », nello sviluppo della scienza, fosse ormai succeduta alla fase « metafisica ». Intendendo con questo che si rinunciava ormai all'uso di una analogia specifica, come la concezione animistica o meccanicistica, e che una teoria era giudicata solamente in quanto descriveva esperienze reali in una forma semplice e logicamente inattaccabile. Questo ulteriore passo fu assai più largamente e profondamente sviluppato dal fisico austriaco Ernst Mach, che fu uno degli immediati precursori di Einstein.

Mach sviluppò un'analisi storica e logica della meccanica newtoniana e dimostrò che questa non contiene principii che siano assiomatici per la mente umana. Tutto quanto fece Newton non fu che organizzare le sue osservazioni del moto sotto alcuni principii semplici, in base ai quali possono essere previsti i movimenti nei casi individuali. Ma queste predizioni sono corrette sin tanto che siano vere le esperienze su cui Newton ha basato i suoi principii.

Mach sottolineò, in particolare, la necessità di semplicità e di economia di pensiero nella fisica teorica: il maggior numero di fatti osservabili deve essere organizzato sotto il minor numero possibile di principii. Mach paragonò questa necessità alla richiesta di economia nella vita pratica e parlò di natura « economica » delle teorie scientifiche. In tal modo Mach, anziché richiedere l'uso di una analogia specifica, insisteva sul fatto che la scienza fosse « economica ». Inoltre Mach non solo criticò il tentativo dei filosofi di fare un sistema filosofico della meccanica newtoniana, ma criticò anche i resti di fisica medioevale che questa ancora conteneva. Egli sottolineò che la teoria di Newton contiene espressioni come « spazio assoluto » e « tempo assoluto » che non possono essere definiti come quantità o processi osservabili. Per eliminare espressioni simili dalle leggi fondamentali della meccanica, Mach formulò un postulato che ora è spesso chiamato « criterio positivistico » della scienza. Questo criterio è il seguente: devono essere usate solamente quelle proporzioni da cui possano essere dedotte asserzioni riguardanti fenomeni osservabili.

Questo postulato è molto ben illustrato dalla sua critica alle leggi di inerzia di Newton.

Se vogliamo verificare sperimentalmente dette leggi, non dobbiamo mai porre una domanda come questa: un corpo tende a mantenere la direzione della sua velocità iniziale relativa allo spazio assoluto? La domanda è senza senso, dato che non si può osservare lo spazio assoluto. Se noi eseguiamo, ad esempio, l'esperienza del pendolo di Foucault, che dà una prova sperimentale della rotazione della terra, osserviamo in realtà che il pendolo mantiene fermo il piano delle sue oscillazioni relativamente, non allo spazio assoluto, ma piuttosto al sistema delle stelle fisse.

Perciò, secondo Mach, qualsiasi allusione ad uno

spazio assoluto, dovrebbe esser tolta dalla legge di inerzia, che verrebbe pertanto espressa nel modo seguente: ogni corpo conserva costante la propria velocità, sia in grandezza, che in direzione relativamente alle stelle fisse, sin che nessuna forza agisce su di esso. Questo significa che le stelle fisse esercitano una influenza osservabile su tutti i corpi in moto, effetto che è in aggiunta alla legge di gravitazione e da essa indipendente. Nel moto di oggetti terrestri veramente questa ultima influenza è quasi inosservabile in pratica, dato che la forza di gravità decresce col quadrato della distanza fra corpi che si attraggono, ma la legge di inerzia determinerà tutti i moti terrestri, se l'intelaiatura delle stelle fisse è dichiarata un sistema inerziale.

9. - *Henry Poincaré: le leggi generali della fisica sono creazioni libere della mente umana*

In seguito alle critiche del Mach e di altri, appare chiaro che le leggi della meccanica newtoniana, e la spiegazione di tutti i fenomeni fisici in conformità ad esse, non erano richieste dalla mente umana. Però l'affermazione di Mach, secondo la quale le leggi generali della fisica erano semplicemente delle sintesi economiche di fatti osservati, non era soddisfacente per molti scienziati. Particolarmente per quei fisici, il cui pensiero seguiva linee matematiche ed avevano una grande immaginazione formale, l'affermazione, ad esempio, che la legge di gravitazione fosse semplicemente la sintesi di osservazioni fatte sulla posizione dei pianeti, non sembrava adeguata. Sembrava ad essi che fra l'osservazione empirica della posizione dei pianeti, fatta mediante un telescopio, e l'asserzione che la forza di gravità esercitata fra due corpi è inversamente proporzionale al quadrato della distanza, vi fosse una notevole differenza.

La critica fisica del secolo decimonono, fatta in questo senso, fu condotta principalmente dal matematico francese Henry Poincaré. I suoi scritti sul carattere logico delle leggi generali della natura esercitarono più influenza sui matematici e sui fisici di qualsiasi altra opera del genere. Egli aprì la strada ad una concezione nuova e soddisfacente della natura, e le sue idee ebbero una parte di primo piano nella discussione e nella accettazione delle teorie di Einstein.

Il punto di vista di Poincaré è spesso definito come « convenzionalismo ». Secondo lui, le asserzioni più generali della scienza, come il teorema della somma degli angoli di un triangolo, la legge di inerzia in meccanica, la legge della conservazione dell'energia, e così via, non sono asserzioni riguardanti la realtà, bensì convenzioni arbitrarie circa il modo con cui parole come *linea retta, forza, energia*, devono essere impiegate nelle proposizioni della geometria, della meccanica e della fisica. Conseguentemente non si può mai dire se una di queste proposizioni sia vera o falsa; esse sono creazioni libere della mente umana, e ci si può solo chiedere se queste convenzioni siano convenienti o no.

Questo concetto può essere chiarito con due esempi.

Consideriamo in primo luogo il teorema di geometria detto sopra, cioè: la somma degli angoli di un triangolo è uguale a due angoli retti. Secondo la tradizione del secolo decimonono, questa è una proposizione incrollabile, che è il prodotto della ragione umana, e che è allo stesso tempo un'asserzione di ciò che realmente si osserva in natura. Da una parte possiamo dedurre questa proposizione dagli assiomi della geometria, che sono « direttamente evidenti alla mente umana »; d'altra parte, misurando gli angoli di un reale triangolo materiale, possiamo confermare questa relazione. Poincaré però dice: se un triangolo reale è formato, ad esempio, con tre

stecche di ferro, e la misura mostra che la somma degli angoli non è esattamente uguale a due angoli retti, si può dedurre una delle due differenti conclusioni seguenti: o il teorema di geometria non è valido, o le stecche che formano il triangolo non sono rette. Abbiamo queste due alternative e non possiamo mai, mediante esperimenti, decidere per la validità del teorema geometrico. Di conseguenza noi possiamo dire solo che le proposizioni della geometria sono definizioni ed asserzioni arbitrarie, ma non asserzioni riguardanti fatti empirici. Esse stabiliscono in quali circostanze noi desideriamo chiamare una stecca una *linea retta*. In tal modo i teoremi geometrici non sono asserzioni circa la natura dello spazio, come spesso si dice, bensì definizioni di parole come *linea retta*.

Secondo Poincaré, le leggi della meccanica hanno un carattere in certo modo simile alle proposizioni di geometria. Consideriamo perciò, come secondo esempio, la legge di inerzia. La possibilità di verificare la legge si fonda sulla nostra capacità di determinare se un corpo si muove in linea retta con velocità uniforme, oppure no. Fintanto che non possiamo farlo, la legge di inerzia può essere espressa in una asserzione come questa: « Quando un corpo si muove senza essere influenzato da forze, noi chiamiamo questo stato un moto uniforme in linea retta ». Non è che una definizione dell'espressione « moto uniforme in linea retta », oppure secondo quanto venne detto nei paragrafi 3 e 4 una definizione del termine « sistema inerziale ».

In tal modo i principii generali, come il teorema della somma degli angoli di un triangolo o la legge di inerzia, non descrivono fenomeni osservabili, ma piuttosto sono definizioni di espressioni come « linea retta » oppure « moto uniforme lungo una linea retta ». Si devono aggiungere definizioni mediante le quali si possa riconosce-

re se una data stecca è diritta o se il moto di una palla è uniforme e lungo una linea retta: queste definizioni furono chiamate da P. W. Bridgman « definizioni operazionali ». Queste, unitamente alle leggi fisiche (ad esempio la legge di inerzia), costituiscono un sistema di proposizioni che può essere verificato con l'esperienza.

Una delle conseguenze principali di questa concezione, è il fatto che non ha senso scientifico il fare ricerche sul significato filosofico o sulla *natura* di espressioni fisiche come *forza, materia, carica elettrica, durata del tempo*, ecc. L'uso di questi concetti è sempre giustificato se dalle proposizioni in cui compaiono queste espressioni si possono derivare asserzioni che contengono una verifica sperimentale. Oltre a ciò essi non hanno altro significato. Poiché la meccanica newtoniana poté descrivere fenomeni molto complessi, come il moto dei pianeti, in semplici asserzioni con l'aiuto delle parole *forza* e *massa*, questi termini hanno significato scientifico. Non occorre spremersi il cervello per capire se *forza* può essere spiegata da un punto di vista « meccanicistico » e *materia* da un punto di vista « animistico »: *forza* e *materia* sono costruzioni della mente umana.

10. - *Movimenti positivistici e pragmatistici*

L'idea di Mach che le leggi della scienza siano sintesi semplici di fatti sperimentali, e l'idea di Poincaré che esse siano libere creazioni della mente umana, sembrano diametralmente opposte; ma quando consideriamo le correnti intellettuali dell'ultimo quarto del secolo decimonono, possiamo vedere che esse sono solamente due aspetti dello stesso movimento intellettuale, generalmente noto come « movimento positivistico ».

Esso era principalmente orientato contro le basi metafisiche della scienza. I propugnatori di questo nuovo punto di vista, asserivano che i principii generali della

scienza non potevano essere provati mostrando come essi fossero in accordo con qualche eterna verità filosofica, e si accingevano a ricercare come la validità dei principii potesse essere giudicata entro la scienza stessa. Essi trovarono due criteri possibili, uno empirico ed uno logico. Secondo il primo, i fatti osservabili che derivano dai principii generali devono avere una conferma sperimentale, e per il secondo i principii e le definizioni operazionali devono formare un sistema pratico e coerente. L'accentuare l'importanza del criterio empirico oppure del criterio logico determinò la posizione in una o nell'altra ala del movimento. Mach era nell'estremo lato empirico, mentre Poincaré era nell'estremo lato logico. Non vi era perciò conflitto fra di loro; si trattava solo di accentuare due differenti aspetti dello stesso metodo scientifico.

Il movimento positivistico ebbe una grande influenza nell'Europa Centrale ed Occidentale nell'ultimo quarto del secolo decimonono. Il positivismo nell'Europa centrale, principalmente rappresentato dall'austriaco Ernst Mach, aveva i suoi centri nelle Università di Vienna e di Praga. Ebbe solo poca influenza e pochi seguaci nelle Università della Germania. A quel tempo la Germania era completamente sotto l'influenza delle varie scuole della filosofia kantiana, che era considerata come una specie di religione di Stato. Poiché il tedesco era pure la lingua ufficiale per la scienza in Austria, il positivismo centroeuropeo si sviluppò soprattutto come critica antagonista della filosofia kantiana. Per questa ragione fu più militante del positivismo francese, capeggiato da Poincaré. Circa in questo tempo si delineò indipendentemente negli Stati Uniti un movimento che è collegato al positivismo europeo nelle sue linee principali di pensiero. Nel 1878 C. S. Peirce pubblicò un saggio sul carattere logico delle osservazioni scientifiche. Come Mach e Poincaré, egli

fece notare che il significato delle asserzioni generali non può essere dedotto dal loro accordo con principii metafisici ancora più generali, ma deve essere dedotto dai fatti osservabili che da essi derivano. In contraddizione però con i positivisti europei, Peirce sottolineò particolarmente il compito delle asserzioni come base delle nostre azioni. Egli perciò chiamò la sua dottrina « pragmatismo ». « L'essenza di una credenza » egli disse « è il formarsi di una abitudine, e credenze differenti si distinguono dai differenti modi di agire a cui esse danno origine ». Come Mach, Peirce metteva in guardia contro la metafisica comune che tutti abbiamo assorbito con l'educazione sin dall'infanzia. Egli diceva: « La verità è che il senso comune ed il pensiero, non appena si sollevano dal livello della stretta pratica, sono ancora profondamente imbevuti di quella logica di cattiva qualità a cui si applica comunemente l'epiteto di metafisica ».

Egli inoltre sottolineava che parole come « forza » sono soltanto espedienti per la rappresentazione di fatti e che ogni questione riguardante la loro « reale natura » era superflua ed inutile. Nello stesso articolo egli diceva: « Il dire che la forza è una accelerazione, o il dire che causa una accelerazione, è solamente una questione di proprietà di linguaggio, che non ha a che vedere col significato reale più di quanto non lo abbia la differenza fra l'espressione francese « il fait froid » e l'equivalente inglese « it is cold ». Un passo simile a quello di Mach fu fatto da John Dewey nel suo primo articolo scientifico, « I presupposti metafisici del materialismo », pubblicato nel 1882. Sfatando l'opinione generale che il ricondurre tutti i fenomeni al moto dei corpi materiali fosse una spiegazione della natura, egli disse: « Prima di tutto, ciò presuppone la possibilità di una conoscenza ontologica, col che intendiamo la conoscenza di un essere o di una sostanza indipendentemente da una vera successione di fenomeni... ».

« In secondo luogo, ciò presuppone la esistenza di un nesso causale e la possibilità di una reale causa. Il dichiarare che la materia causa il pensiero implica che la relazione è di dipendenza e non di successione ».

La lotta contro il materialismo è qui condotta non al servizio di una filosofia idealistica, come da parte di quasi tutti i professori di filosofia delle Università d'Europa e d'America, ma completamente lungo le linee di pensiero del positivismo centro-europeo che si opponeva alla fisica meccanicistica, perché questa non era più considerata base sufficientemente larga per la scienza.

Il pragmatismo americano da allora si sviluppò in movimenti molto importanti che trovarono la loro espressione più caratteristica in John Dewey ed in William James. Si orientò di più verso i problemi della vita umana che verso la logica della scienza fisica, contrariamente allo sviluppo del positivismo in Europa. Considerate però da un punto di vista puramente logico, le tendenze fondamentali erano le stesse su entrambi i lati dell'Atlantico. L'idea medioevale di una spiegazione filosofica in contrasto con una pratica rappresentazione dei fatti perdette ancor più terreno. Dall'essere una base logica della scienza, la metafisica si ridusse ad essere un mezzo per soddisfare bisogni emotivi.

11. - *La scienza alla fine del secolo decimonono*

Durante il periodo aureo della fisica meccanicistica, si presupponeva generalmente che fuori dei limiti della sua applicazione si trovassero l'ignoto e l'incomprensibile, dato che « comprendere » significa « rappresentare mediante una analogia ad un meccanismo ». Nel 1872 lo scienziato tedesco Du Bois-Reymond, nella sua famosa conferenza su *Die Grenzen des Naturerkennens* (I limiti della nostra conoscenza della natura), prese come punto di par-

tenza l'asserzione, allora considerata assiomatica, che «comprendere» significa «ridurre alle leggi della meccanica newtoniana». Egli indicò due importanti problemi della scienza, che non possono certamente essere ridotti alla meccanica. Essi sono: primo, il problema di ciò che « realmente avviene in uno spazio dove agisce una forza »; secondo, come avviene che « la materia del cervello umano può pensare e sentire ». Poiché le risposte a questi problemi non possono ovviamente ottenersi nell'intelaiatura della fisica meccanicistica, egli ne dedusse che essi erano « problemi insolubili » ed inaccessibili alla conoscenza umana. A queste domande dovremmo rispondere *ignorabimus* (non lo sapremo mai) anziché *ignoramus* (non lo sappiamo). Questa parola *ignorabimus* divenne lo slogan di un intero periodo, lo slogan della disfatta della scienza, che entusiasmò tutte le tendenze antiscientifiche di quel periodo. Verso la fine del secolo furono scoperti fatti fisici e biologici sempre più numerosi, che non potevano essere controllati né spiegati mediante leggi meccaniche, col risultato che questa parola *ignorabimus* fu presto cambiata nello slogan ancor più sensazionale « la bancarotta della scienza ».

Questo sentimento della disfatta del pensiero razionale e scientifico era accentuato da vari sviluppi sociali. La scienza — cioè, la scienza condotta nello spirito della fisica meccanicistica — aveva portato gli uomini durante i secoli XVIII e XIX a credere alla possibilità di un continuo progresso. Se gli uomini avessero agito in accordo soltanto con gli insegnamenti della scienza, invece che secondo superstizioni irrazionali, il genere umano si sarebbe liberato da ogni miseria. L'espressione politica di questa fede fu il liberalismo. Verso la fine del secolo decimonono, comunque, divenne evidente che il tentativo, basato sulla scienza e sulla fede nel progresso, non era riuscito ad abolire la miseria economica di una grande

massa di popolazione, né ad eliminare le sofferenze psicologiche degli esseri umani individuali.

Si sviluppò un senso di scoraggiamento, che esprimeva la convinzione che la pratica e la teoria scientifica fossero una delusione. Parallelamente al liberalismo si svilupparono nuove correnti politiche che avevano la loro propria concezione della scienza, concezione che differiva dal punto di vista meccanicistico. Una tendenza propugnava il ritorno alla scienza animistica del medioevo, e da questa ebbe sviluppo il socialismo autoritario che divenne poi il germe del successivo fascismo in tutte le sue varietà. Un altro movimento, rappresentato da Carlo Marx, voleva trasformare il materialismo meccanicistico in un materialismo dialettico, e da ciò si sviluppò il comunismo del ventesimo secolo.

Era impossibile negare che la scienza fosse la base del progresso tecnico, ma si credeva di poterla discreditare parlandone come la Chiesa aveva parlato del sistema copernicano, e cioè che la scienza naturale meccanicistica fornisse solo un'utile guida per le nostre azioni, ma non una vera conoscenza della natura. Verso il 1900 Abel Rey, filosofo francese e storico della scienza, diede un'acuta ed efficace descrizione del pericolo di un atteggiamento intellettuale corrotto da una simile tendenza alla sfiducia. Egli disse: « Se queste scienze, che hanno avuto soprattutto un effetto di emancipazione nella storia, cadono in una crisi che lascia loro soltanto il carattere di utili informazioni tecniche, ma toglie ad esse ogni valore riguardo la conoscenza della natura, questo deve condurre ad una completa rivoluzione. L'emancipazione della mente umana, in quanto dovuta alla fisica, è l'idea più fatalmente erronea. Si devono introdurre altre vie di emancipazione e dar valore all'intuizione soggettiva, ad un senso mistico della realtà ».

Da queste crisi della scienza si sviluppano due cor-

renti in conseguenza dello sgretolamento della fisica meccanicistica. Nel suo libro *La reazione idealistica contro la scienza,* l'italiano Aliotta descrive la situazione con perspicace chiarezza: « Può forse il pensiero appagarsi con facilità di questo compiacente agnosticismo? Vi sarebbero due vie atte a liberarci da una situazione così critica: o prendere in considerazione, oltre all'intelletto, le altre facoltà dell'uomo, o eliminare il problema dimostrando ch'esso è dovuto a un errore di prospettiva e ad una falsa concezione della scienza. Entrambe le vie sono state tentate: da un lato col tornare al moralismo fichtiano e all'estetismo romantico, ravvivato dal genio ribelle di Nietzsche, per cui la volontà, come fonte creatrice di tutti i valori della libera intuizione estetica, viene esaltata al disopra dell' intelletto; d' altro lato col sottoporre a un'analisi più approfondita le basi della concezione meccanicistica e i suoi fondamentali strumenti, quali l'intuizione geometrica e la educazione matematica. Il lavoro di analisi cui gli scienziati furono costretti in seguito alla scoperta dei nuovi principii di energia e dei principii metageometrici, venne rivolto soprattutto all'attività della mente umana nella costruzione delle teorie e delle leggi scientifiche ».

La seconda alternativa qui menzionata non era se non il punto di vista dei fautori del positivismo e del pragmatismo. La loro scappatoia dalla « bancarotta della scienza » consisteva nel proclamare che la scienza meccanicistica aveva impostato il problema in modo che doveva necessariamente condurre ad un vicolo cieco. Essa non aveva esattamente definito lo scopo della scienza. Quel qualche cosa di irraggiungibile, per cui era stata proposta la sfiduciata soluzione dell' *ignorabimus,* non era che un fantasma, una chimera, che non aveva nulla a che vedere con la scienza. Attraverso l'analisi dei metodi scientifici veramente efficaci, Mach e Poincaré in

Europa, Peirce e Dewey in America, avevano mostrato che il rappresentare fenomeni osservati in termini di una certa analogia preferita non aveva significato.

Ciò che conta è che le asserzioni della scienza siano utili; il linguaggio specifico e le equazioni con cui sono formulate non hanno importanza. In tal modo, essendo lo scopo della scienza definito nel senso positivistico e pragmatistico, diventa evidente che la fine del secolo decimonono non costituisce una crisi, ma piuttosto una fase del graduale progresso della scienza verso il suo scopo, che altro non è se non la creazione di uno strumento per controllare e predire i fenomeni. In un certo senso il movimento pragmatistico-positivista, tipico del volgere del secolo, appartiene ad un gruppo di movimenti che erano diretti contro la sopravalutazione dell'intelletto. Il prof. Ralph Barton Perry molto correttamente dice: « La forma più raffinata di intellettualismo, ed allo stesso tempo la più caratteristica della nostra epoca, è quella forma che viene comunemente chiamata « strumentalismo » e che è attualmente rappresentata dalle scuole di James e Dewey in America... ». Secondo questi punti di vista, l'intelletto, in luogo di essere un oracolo, è uno strumento pratico che deve essere giudicato in base all'esito con cui lavora. Ciò non di meno, il nuovo movimento, comunque venisse chiamato, o pragmatismo, o positivismo, o strumentalismo, può definirsi un movimento antintellettuale, ma solo in quanto metteva in guardia dall'occupar l' intelletto con problemi privi di significato. I propugnatori dicevano che l'intelletto è incapace di scoprire la realtà metafisica oltre il fenomeno. Ma questo non diminuisce il suo compito, dato che il parlare di questa realtà metafisica non ha senso per la scienza. E' sterile e porta solo a confusioni. La creazione di uno « strumento », che è quanto ora si intende per « scienza », può essere compiuto soltanto mediante l'intelletto, anche

se non possiamo fare una specie di copia cianografic. per scoprire i principii generali. La scoperta di una legge, come il principio dell'energia e la legge d'inerzia, è opera di un genio, come la composizione di una sinfonia. Ma una volta che la legge generale è stata enunciata, rendere il suo significato chiaro a tutti, è funzione del lavoro metodico dell'intelletto. Solo l'intelletto può provare il principio e pronunciare giudizi sulla sua verità, cioè sulla sua capacità di realizzare le mire della scienza.

Così termina il secolo decimonono. La sua fede nella capacità della scienza di rivelare la realtà ultima oltre il fenomeno era scossa; ma al suo posto era sorta la sobria concezione del positivismo: la scienza era diventata più flessibile e pronta ad intraprendere nuovi compiti con una baldanza mai sognata. Durante il periodo crepuscolare, caratterizzato dalla svalutazione dell'intelletto e dall'aumentato rispetto per l'azione, appare, come una luce all'orizzonte, la speranza che una più acuta analisi avrebbe dato alla scienza una forma interamente nuova, basata su di un intelletto operante con metodo. Il ventesimo secolo s'inizia in questa alba.

III

PRINCIPIO DI UNA NUOVA ERA IN FISICA

1. - *La vita a Berna*

Quando Einstein assunse il suo impiego all'ufficio brevetti di Berna, si trovò ad un punto cruciale della sua vita per due motivi. Egli iniziò un lavoro pratico, che rendendolo finanziariamente indipendente riempiva il suo tempo con una occupazione obbligatoria, e si creò una famiglia. Per la maggior parte di noi queste due cose sono il più importante e spesso l'unico scopo dell'esistenza. Ciò era vero anche per Einstein, ma solo sino ad un certo punto: per lui infatti né l' attività professionale, né la famiglia, avevano grande importanza. Di tempo in tempo queste gli davano un senso di riposo, ma non lo soddisfacevano mai completamente.

In tutta la sua vita Einstein è sempre stato in un certo senso un uomo molto solitario. Egli ha sempre cercato l'armonia dell'universo sia nella musica che nella fisica matematica, e in qualsiasi altra occupazione. Qualsiasi cosa aveva significato per lui solo in quanto influiva sui suoi progressi verso questa meta. Egli cercava amici con cui potesse suonare e con cui potesse parlare delle sue idee sull'universo, tuttavia non desiderava diventare intimo con i suoi amici al punto che essi potessero ostacolare la sua libertà.

La sua personalità attraente, franca e spiritosa, facilmente conquistava gli amici, ma la sua predilezione per l'isolamento e la sua concentrazione nella attività ar-

tistica e scientifica delusero molti e gli estraniarono alcuni che erano stati, o almeno credevano di essere, suoi amici. Osservando la sua vita, notiamo che questo contrasto ha sempre determinato i suoi rapporti con l'ambiente.

Molto più tardi (1930) egli stesso descrisse questo tratto del suo carattere in modo molto singolare e con gran precisione: « Il mio interesse appassionato per la giustizia e per la responsabilità sociale è sempre stato in curioso contrasto con lo scarso desiderio di associarmi direttamente ad uomini e donne. Sono un cavallo per un tiro ad uno non per la pariglia o per un tiro multiplo. Io non ho mai appartenuto con tutto il cuore ad alcuna nazione o Stato, al mio circolo di amici, e neppure alla mia propria famiglia. Questi legami sono sempre stati accompagnati da un certo senso di distacco, ed il desiderio di rientrare in me stesso va crescendo con gli anni. Questo isolamento qualche volta è amaro, ma io non mi rammarico di essere tagliato fuori dalla comprensione e dalla simpatia degli altri uomini. Certamente io perdo qualche cosa, ma ne ho in compenso l'indipendenza dai costumi, dalle opinioni e dai pregiudizi degli altri, e non sono tentato di fondare la mia pace spirituale su queste basi mal sicure ». Benché Einstein non cercasse in genere lo stimolo altrui, tuttavia non amava sviluppare le sue idee in solitudine senza contatti con l'altra gente.

Spesso desiderava la presenza di un compagno per poter esporre liberamente il suo pensiero. Anche agli inizi della sua carriera amava esporre le proprie idee agli altri per vedere come essi reagivano.

A Berna il suo più grande amico in questo senso era un ingegnere italiano di nome Besso. Era un po' più anziano di Einstein, uomo di mente critica e di temperamento nervoso. Era spesso in grado di fare osservazioni critiche sulle formulazioni di Einstein e di reagire vigorosamente a quelle idee che sembravano nuove e

Einstein bambino.

Einstein con la sorella Maja.

Einstein bambino.

Einstein con la sorella Maja.

Einstein e Mileva, la prima moglie

Einstein nel 1905, l'anno in cui formulò la teoria della relatività e la teoria del fotone.

Einstein e Mileva, la prima moglie.

Einstein nel 1905, l'anno in cui formulò la teoria della relatività e la teoria del fotone.

stupefacenti. Spesso sulle nuove idee osservava: « Se son rose fioriranno ». Intorno ad Einstein ed a Besso si radunava un piccolo gruppo di persone interessate alla scienza e alla filosofia, che spesso si incontravano per discutere tali questioni.

2. - *Interesse per la filosofia*

Poiché Einstein si interessava delle leggi generali della fisica e, più precisamente, di far derivare logicamente l'enorme campo delle nostre esperienze da pochi principii, egli venne presto a contatto con una serie di problemi di carattere filosofico. Contrariamente alla maggioranza degli specialisti, non si disinteressava mai di un problema per il fatto che appartenesse piuttosto al campo filosofico che a quello scientifico. Einstein leggeva le opere filosofiche da due punti di vista molto diversi. Leggeva certi autori, perché da essi imparava qualche cosa circa la natura dei principii generali scientifici, particolarmente riguardo alla loro logica connessione con le leggi mediante le quali noi esprimiamo le osservazioni dirette. Questi filosofi erano soprattutto David Hume, Ernst Mach, Henri Poincaré, e in certo modo anche Emanuel Kant. Kant però ci porta al secondo punto di vista. Einstein amava leggere questi filosofi, perché essi dicevano cose più o meno oscure in una bella forma, cose che spesso davano una emozione come la musica e facevano sognare e meditare sul mondo. Soprattutto Schopenhauer era uno scrittore di questo genere, e ad Einstein piaceva leggerlo anche se non prendeva sul serio le sue idee. Nella stessa categoria includeva filosofi come Nietzsche. Egli leggeva questi autori, come diceva egli stesso, per « edificazione », proprio come altri vanno ad ascoltare le prediche. Il filosofo da cui ricavò più aiuto fu David Hume, che è spesso considerato come un « rap-

presentante dell'Illuminismo inglese ». Ciò che Einstein amava di più in lui era la insuperabile chiarezza della sua esposizione ed il suo modo di evitare ogni ambiguità per dare una impressione di maggior profondità. Hume mostrava come vi fossero solo due metodi ammissibili per la scienza: l'esperienza e la deduzione matematica. Era il fautore del metodo logico-empirico, e respingeva ogni concetto metafisico ausiliario, qualora non potesse essere confermato dalla esperienza e dalla deduzione logica. L'esempio più famoso era la critica di Hume della concezione ordinaria della relazione fra causa ed effetto, e della induzione - il metodo di derivare una legge generale da pochi esempi particolari.

Quando osserviamo che una pietra A colpisce una pietra B e la mette in moto, noi normalmente esprimiamo questo fenomeno come segue: La pietra A ha causato il moto della pietra B. In base all'esperienza possiamo solo affermare che ogni qualvolta A colpisce B, B è messo in moto. Prima di Hume si diceva normalmente che questa relazione era una relazione *necessaria*. In fisica comunque la parola « necessaria » non ha altro significato che « normalmente connessa ». Se oltre a ciò noi vogliamo introdurre la parola « necessaria » come « causa » in altro e più elevato senso, noi facciamo una asserzione che non può essere provata in alcun modo dall'esperienza. Ogni osservazione mostra se il moto di B avviene regolarmente quando essa è colpita da A oppure no, ma non mostra mai nulla che possa esser espresso dalla asserzione seguente: « Il moto di B deriva *necessariamente* da un urto con A ».

Secondo Hume, perciò, spiegare un fenomeno secondo il principio di causa, significa solamente stabilire le condizioni nelle quali questo si verifica. Tale conclusione di Hume secondo la quale la scienza può solamente conoscere la regolarità di un processo o di

un fenomeno naturale, ma non può conoscere nulla circa qualsiasi « causa » che vada oltre a ciò, fu di grande importanza per il pensiero scientifico di Einstein. Molte delle polemiche che più tardi furono dirette contro Einstein furono in sostanza polemiche contro Hume.

Vedremo come la sua adesione alla « filosofia dell'Illuminismo inglese » fu più tardi presa a pretesto dai nazionalisti tedeschi per screditarlo: si volle cioè stabilire un nesso fra le teorie di Einstein e la filosofia politica del liberalismo, per condannarle entrambe.

Alcune delle idee di Hume appaiono anche negli scritti di Ernst Mach, il capo del positivismo centro-europeo. Subito dopo Hume, Mach fu il filosofo che ebbe la maggiore influenza su Einstein. Di particolare importanza furono le critiche di Mach contro i resti di fisica medioevale nella meccanica newtoniana che sono già state discusse nel paragrafo 8 del capitolo precedente. La critica di Mach, secondo cui espressioni come « spazio assoluto » « tempo assoluto » e « moto assoluto » non potevano essere connesse in alcun modo con le osservazioni fisiche, fu uno dei punti da cui Einstein partì per sostituire, con la propria la teoria newtoniana del moto. Il postulato del Mach in molti casi è stato il punto di partenza di nuove teorie. Secondo questo postulato, le condizioni del verificarsi di ogni fenomeno fisico vanno ricercate in altri fenomeni osservabili. Più tardi il postulato di Mach condusse Einstein ad avanzare la sua nuova teoria della gravitazione.

D'altra parte Einstein non simpatizzava con quella che egli chiamava la « filosofia machiana », intendendo con ciò la teoria di Mach secondo cui le leggi generali della fisica non sono altro che sintesi di risultati sperimentali.

Einstein pensava che questa concezione non teneva sufficiente conto del fatto che le leggi generali non de-

vono mai essere contraddette dall'esperienza. Secondo Einstein esse devono essere verificate dall'esperienza, ma devono la loro origine alla facoltà inventiva della mente umana.

Era appunto questo modo di vedere che Einstein apprezzava tanto nell'opera di Kant. L'idea fondamentale di Kant era che le leggi generali della scienza non contengono solamente il risultato dell'esperienza, ma anche un elemento fornito dalla ragione umana. D'altra parte Einstein non condivideva l'opinione di Kant che la ragione umana potesse generare di per sé leggi naturali e che per conseguenza esistessero leggi che fossero eternamente valide. Einstein amava leggere Kant perché attraverso Kant veniva a conoscenza di molte delle idee di Hume. I punti di vista di Einstein e di Kant si assomigliavano nel confermare l'importanza del compito della mente umana, ma questa affinità è più emotiva che logica.

3. - *Le ipotesi fondamentali della teoria della relatività*

Del vicolo cieco, in cui la teoria dell'etere era stata condotta dall'esperienza di Michelson, si è già parlato nel paragrafo 5 del precedente capitolo. Michelson aveva cercato di misurare la velocità della terra nel suo moto attraverso l'etere, ma aveva ottenuto il valore zero per questa velocità.

L'idea fondamentale di questa esperienza può essere espressa come segue: sappiamo che un nuotatore impiega di più a nuotare contro corrente che secondo corrente fra due punti della riva. Misurando i due periodi dello spostamento, possiamo facilmente calcolare entrambe le velocità del nuotatore e della corrente. Secondo il modo di vedere meccanicistico, la luce si sposterebbe nell'etere esattamente come il nuotatore nella corrente, ed esperimenti eseguiti sulla propagazione della luce nella

« corrente dell'etere » relativa al moto della terra si potrebbero paragonare alle osservazioni fatte sul nuotatore dalla riva. In tal modo le misure della velocità della luce, quando si sposta contro corrente, e con la corrente, ci dovrebbero dare la possibilità di calcolare la velocità della terra attraverso l'etere. La realizzazione di questa idea fondamentale in questa forma semplice non è effettuabile, dato che la velocità della luce è enorme — 186.000 miglia al secondo — ma Michelson congegnò un mezzo mediante il quale potevano essere paragonate le velocità della luce viaggiante lungo due itinerari ben definiti. La sua idea consisteva nel misurare la differenza del tempo impiegato da un raggio che si sposta da un certo punto S sino ad uno specchio M in senso concorde al moto della terra attraverso l'etere, e che ritorna da M ad S in senso contrario a detto moto, e del tempo impiegato da un altro raggio che va da S ad uno specchio N e torna ad S, dove N è posto alla stessa distanza da S come M, ma in direzione perpendicolare al moto della terra. Se il punto di vista meccanicistico è esatto, il primo raggio dovrebbe impiegare un tempo leggermente più lungo del secondo, e con gli apparecchi sensibili, di cui disponeva Michelson, il risultato avrebbe dovuto essere apprezzabile, anche se la velocità della terra attraverso l'etere fosse solo una piccola parte della velocità del suo moto attorno al sole. Comunque, non vi furono differenze osservabili nei due tempi.

Se ci rifiutiamo di supporre che la terra rimanga sempre ferma nell'etere, il che contraddirebbe altre osservazioni, l'unica conclusione possibile che possiamo trarre dalla esperienza di Michelson, è che le ipotesi, in base alle quali era stato predetto il risultato, fossero false. Queste ipotesi erano la teoria meccanicistica stessa della luce.

Einstein ne trasse una conclusione radicale, abbandonando completamente la supposizione che la luce fosse un processo in un mezzo chiamato etere. Anziché chiedersi quali erano i risultati della interazione della luce e del moto secondo la teoria dell'etere, egli si chiese quali erano le principali caratteristiche della interazione della luce e del moto conosciute in base alle reali osservazioni. Egli ridusse questi dati entro poche leggi semplici, e poi cercò di vedere cosa derivasse da queste leggi se si sviluppavano secondo una deduzione logica e matematica.

L'esperienza di Michelson, e simili eseguite da altri sperimentatori, mostravano che i fenomeni ottici non potevano essere considerati come fenomeni meccanici nell'etere, ma che avevano una caratteristica osservabile molto generale in comune coi fenomeni meccanici. Questa caratteristica, che è comune al moto dei corpi materiali ed alla propagazione della luce, fu trovata da Einstein nei principii di relatività.

Come abbiamo visto nel paragrafo 4 del precedente capitolo, la meccanica newtoniana contiene un principio di relatività, che stabilisce che il moto futuro di qualsiasi oggetto relativamente ad un sistema inerziale può essere previsto conoscendo la posizione e la velocità iniziale dell'oggetto rispetto al sistema inerziale, senza che sia necessario conoscere nulla circa il moto del sistema inerziale stesso. Ora se noi trascuriamo l'esistenza dell'etere, il risultato nullo dell'esperienza di Michelson significa esattamente che questo risultato poteva essere predetto dalla disposizione sperimentale nel laboratorio, senza bisogno di saper nulla della sua velocità relativa ai corpi celesti.

Poiché asserzioni simili poterono esser fatte per altri fenomeni ottici, Einstein propose di estendere il principio della relatività della meccanica newtoniana, sino a

comprendere i fenomeni ottici nella seguente maniera: « Lo svolgimento futuro dei fenomeni ottici può essere previsto dalle condizioni dell'esperienza relative al laboratorio entro il quale questa viene eseguita, senza conoscere la velocità del laboratorio nell'universo ». In tal modo, secondo Einstein, il collegamento fra le leggi ottiche e meccaniche non si deve basare su una riduzione dell'ottica alla meccanica, ma piuttosto sul fatto che una eguale ed unica legge vale per entrambe.

Oltre a questo « principio di relatività », occorreva ad Einstein un secondo principio riguardante l'interazione della luce col moto. Egli studiò l'influenza del moto della sorgente della luce sulla velocità della luce emessa da questa. Secondo la teoria dell'etere è assiomatico che non c'è alcuna differenza se la sorgente di luce si muove oppure no; la luce considerata come una vibrazione meccanica nell'etere si propaga con una velocità costante rispetto all'etere. Questa velocità dipende unicamente dall'elasticità e dalla densità dell'etere.

Lasciando cadere la teoria dell'etere, Einstein ha dovuto formulare di nuovo questa legge in forma di affermazione riguardante i fatti osservabili. Vi è un sistema di riferimento F (il sistema fondamentale), relativamente al quale la luce si propaga con una velocità specifica *c*. Con qualsiasi velocità si muova la sorgente della luce relativamente al sistema fondamentale (F), la luce emessa si propagherà sempre con la stessa velocità specifica *c* relativamente ad F. Questa asserzione è normalmente chiamata il « principio della costanza deldella velocità della luce ».

La costanza della velocità della luce è stata confermata empiricamente dalle osservazioni sulle stelle doppie. Esse sono stelle di approssimativamente eguale massa, che stanno vicine e girano l' una intorno all' altra: sono molto note agli astronomi. Se la velocità della

luce dipendesse dalla velocità della sorgente, mentre le stelle ruotano, il tempo impiegato a raggiungere la terra dalla luce che parte dalla stella che si sta avvicinando alla terra, dovrebbe essere minore del corrispondente tempo della luce che parte dalla stella che si sta allontanando. L'analisi dei due raggi di luce ha mostrato che non esiste alcun effetto osservabile della velocità della sorgente sulla luce.

4. - *Conseguenza delle due ipotesi di Einstein*

E' caratteristico del metodo di lavoro di Einstein, il dedurre dai suoi principii fondamentali tutte le conseguenze logiche sino all' estremo limite. Egli ha dimostrato che dalle sue ipotesi, che apparivano innocenti e del tutto plausibili, una rigorosa deduzione conduceva a risultati che sembravano molto strani ed in parte anche « incredibili ». Da questi risultati egli passò ad altri, che non solo sembravano incredibili, ma che furono anche dichiarati « paradossali », « assurdi » e « incompatibili » con la logica ed una sana psicologia.

Vi sono attualmente migliaia di scritti nei quali si tenta di spiegare la teoria di Einstein al pubblico profano. Non è scopo di questo libro addentrarsi in tutti i particolari della sua teoria, ma dare una descrizione della personalità di Einstein e della relazione che ha avuto col suo ambiente.

E' comunque necessario soffermarsi in parte sulla sua opera scientifica, per dare al lettore qualche idea del modo con cui egli affrontò i problemi scientifici in confronto agli altri scienziati. In particolare ci sforzeremo di capire come avvenne che le sue teorie non destarono solo l'interesse dei fisici, ma sollevarono discussioni anche fra i filosofi, suscitando indirettamente l'interesse di un pubblico che seguiva solo vagamente le questioni scien-

tifiche, ma che partecipava in generale alla vita intellettuale del nostro tempo. Partendo dalle due ipotesi basilari, Einstein poté concludere non solo che la teoria meccanica della luce era erronea, ma che la meccanica newtoniana degli oggetti materiali non poteva essere considerata valida in modo generale. Questo risultato può essere capito abbastanza facilmente se ci rifacciamo indietro seguendo il modo con cui Einstein speculava sulle proprietà della luce sin dall'età di sedici anni. Sin da studente Einstein si era formato un'idea delle cose straordinarie che dovevano succedere se un corpo avesse potuto viaggiare alla velocità della luce: cioè alla velocità di 186.000 miglia al secondo. Consideriamo un sistema fondamentale (F) ed un laboratorio per esperimenti ottici (L) che si muova con una velocità costante *(v)* rispetto ad F. Vi sia una sorgente di luce (R) ferma in F, dalla quale si propaga un raggio di luce con velocità *(c)* nella stessa direzione in cui si muove il laboratorio (L). Ora, se la velocità *(v)* del laboratorio (L) è uguale alla velocità della luce *(c)*, secondo la meccanica newtoniana, il raggio di luce dovrebbe essere stazionario rispetto al laboratorio (L). Nessuna vibrazione dovrebbe essere osservata in L. Poiché la luce non si muove rispetto ad L, non vi dovrebbero essere raggi in L, e non si dovrebbero poter eseguire i soliti esperimenti di riflessione e rifrazione. (fig. 1) Si comprende perciò che in un simile sistema (L) in rapidissimo moto non vi dovrebbero più essere fenomeni ottici nel senso ordinario. Se le cose si svolgessero in tal modo sarebbero in disaccordo con i principii di relatività ottica di Einstein. Per concordare con essi, difatti, ogni esperimento ottico dovrebbe dare i medesimi risultati per qualunque velocità *(v)* del laboratorio. Le medesime difficoltà sorgono se consideriamo direttamente le conseguenze dei due principii di Einstein (relatività e costanza) entro la teoria luminosa dell'etere. Con-

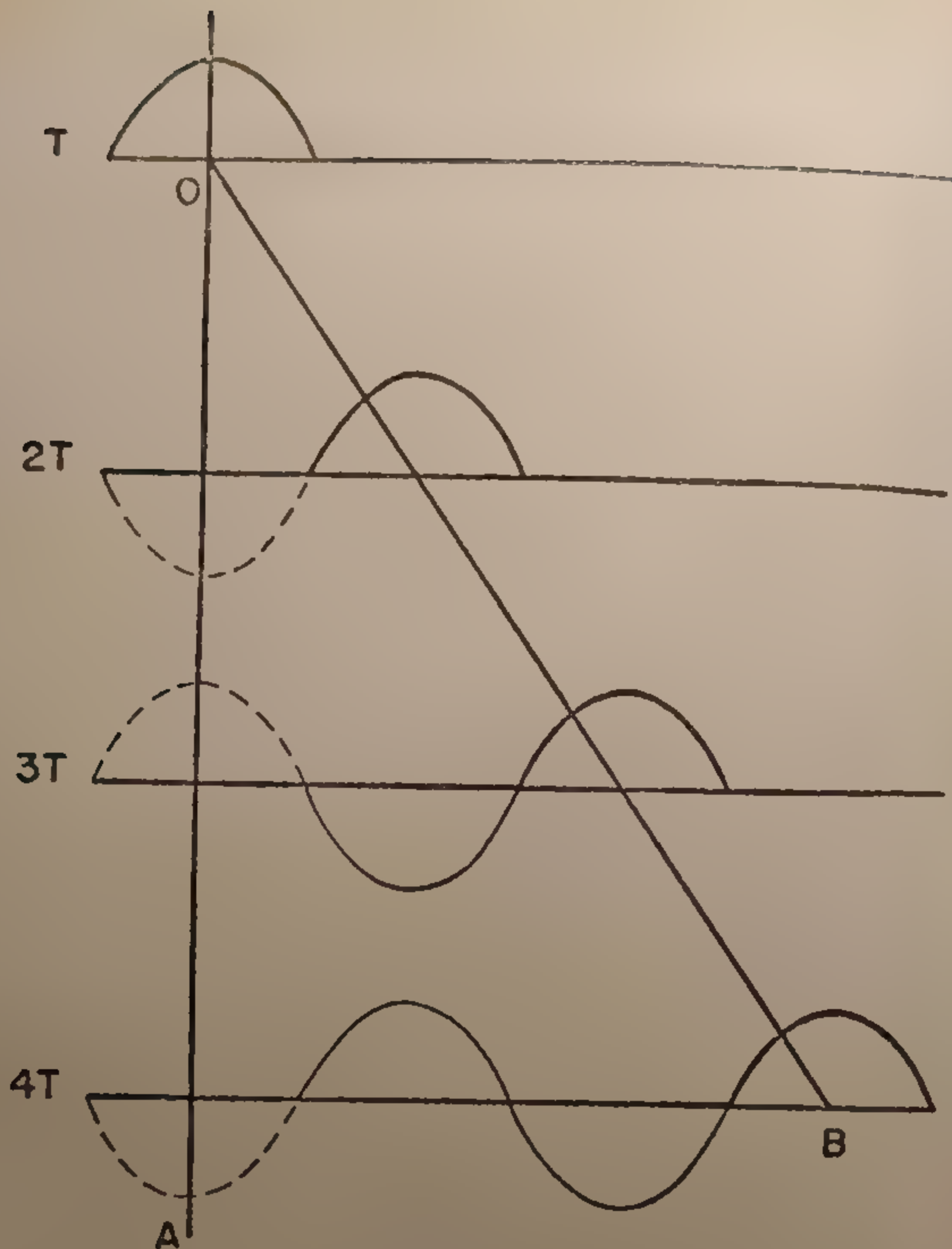



FIGURA 1

Il diagramma rappresenta onde di luce propagate in direzione orizzontale attraverso l'etere. Se T è un semiperiodo della luce, la prima riga rappresenta lo stato dell'onda all'istante T dopo la sua emissione dalla sorgente R. Le altre righe rappresentano gli stati della stessa onda dopo i tempi $2T$, $3T$, e $4T$. Se un dispositivo è collocato a un punto fisso nell'etere, esso registrerà lo stato dell'onda (lungo la linea OA) ai tempi consecutivi T, $2T$, $3T$, $4T$. Questi stati sono rappresentati dalle linee tratteggiate. Essi indicano una vibrazione. Ma se il dispositivo si muove con la velocità della luce nella direzione della propagazione dell'onda, esso registra gli stati dell'onda lungo $O\,B$. Essi sono rappresentati da un tratto continuo. E' evidente che nessuna vibrazione è registrata dal dispositivo in moto. In breve non vi è luce per uno strumento registratore che si muove con la velocità della luce.

sideriamo di nuovo un laboratorio che si muova con la velocità della luce *(c)* rispetto ad un sistema fondamentale F. Supponiamo che uno specchio sia posto in L in modo da riflettere un raggio di luce emesso da una sorgente anch'essa fissa su L. Relativamente ad L questa riflessione avviene normalmente come per il caso di uno specchio fermo. Secondo il principio della costanza però non cambia nulla anche se noi consideriamo la sorgente luminosa ferma su F. In tal caso però il raggio non dovrebbe mai potersi riflettere, dato che sia lo specchio che la luce viaggiano nella stessa direzione alla stessa velocità. *(c)*. La luce non può mai raggiungere lo specchio. Con ciò la velocità del laboratorio influenzerebbe di nuovo i fenomeni ottici che avvengono in esso, violando così i principi di relatività di Einstein.

Se noi accettiamo le due ipotesi fondamentali di Einstein, le considerazioni precedenti ci portano alla seguente conclusione: non è possibile che il laboratorio L si muova con la velocità della luce *(c)* relativamente al sistema fondamentale F; se questo fosse possibile, il principio di relatività non potrebbe essere valido. Poiché il laboratorio è un corpo materiale come qualunque altro, *nessun corpo materiale può muoversi con la velocità della luce (c)*.

Questa conclusione può sembrare assurda in un primo momento. E' plausibile infatti pensare che qualsiasi velocità possa essere raggiunta mediante continue aggiunte di piccoli incrementi di velocità. Infatti, secondo la legge della forza di Newton, ogni forza conferisce al corpo sul quale agisce una velocità addizionale, che è tanto più piccola quanto più grande è la massa del corpo. E' sufficiente perciò fare agire sul corpo una forza anche piccolissima per un tempo sufficientemente lungo perché la velocità possa essere resa più grande di qualsiasi valore. Quanto abbiamo detto mostra l'incompati-

bilità dei principii di Einstein con la meccanica newtoniana: i primi comportano l'impossibilità per i corpi materiali di raggiungere la velocità della luce, mentre la seconda dimostra che ciò è possibile. Nella meccanica di Einstein perciò la velocità della luce nel vuoto assume un'importanza speciale. E' una velocità che non può essere raggiunta né superata da alcun corpo materiale. Troviamo così creata una stretta relazione fra i fenomeni meccanici ed i fenomeni ottici. Inoltre, in seguito a queste circostanze, non è possibile parlare di velocità « piccole » e « grandi » senza una ulteriore specificazione. Si deve intendere che la velocità è piccola o grande paragonata alla velocità della luce.

5. - *Relatività del tempo*

I principii fondamentali di Einstein non solo portarono a risultati contrastanti con la meccanica newtoniana, ma condussero anche a cambiamenti radicali nell'uso delle parole « spazio » e « tempo ». Le leggi della fisica contengono asserzioni circa i fenomeni il cui effetto può essere osservato misurando aste ed orologi, e molto può essere dedotto circa il loro comportamento dai postulati di Einstein.

Consideriamo una disposizione simile ad una di quelle considerate nei precedenti paragrafi. Un sistema-laboratorio (L) si muove con velocità costante (v minore di c) rispetto ad un sistema fondamentale (F). Vi è una sorgente di luce (S) ed uno specchio (M) ad una distanza (d) da S nel laboratorio (L) disposti in modo tale che la luce va da S ad M viene riflessa, e ritorna ad S, e in modo che la direzione del raggio SM sia perpendicolare alla direzione della velocità v di L rispetto ad F. Andando dalla sorgente S allo specchio M e tornando, la luce ha percorso una distanza $2d$, se misurata con aste di

misura appartenenti al sistema L, ma se misurata con aste appartenenti al sistema F il percorso è più lungo poiché lo specchio M si muove rispetto ad F. Sia la lunghezza di questo percorso $2d^*$. Il rapporto d/d^* che sarà indicato con k per brevità si può facilmente calcolare, ciò non richiede conoscenze matematiche che vadano oltre al teorema di Pitagora; la sua espressione è $k = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$. Poiché v è più piccolo di c, k è maggiore di 1, k non è molto maggiore di 1 se v è molto piccolo rispetto a c, ma diventa molto grande quando v si avvicina a c. Per determinare la dipendenza di k da v dobbiamo considerare il tempo richiesto dalla luce per andare dalla sorgente S allo specchio M e tornare ad S. Nel laboratorio (L) è perciò necessario qualche dispositivo per la misura del tempo, come un orologio sul muro, un orologio da tasca sul tavolo, un pendolo appeso al soffitto, o una clessidra. L'intervallo di tempo che intercorre dalla partenza del raggio dalla sorgente S al suo ritorno è misurato nei termini del tempo che la lancetta dell'orologio impiega a percorrere un certo angolo, che il pendolo impiega a fare un certo numero di oscillazioni, o che una certa quantità di sabbia impiega a passare attraverso la clessidra. L'unità di tempo è un certo angolo arbitrario della lancetta dell'orologio, un numero arbitrario delle oscillazioni del pendolo, una quantità arbitraria di sabbia.

Ora, la costanza della velocità della luce significa che il quoziente della distanza percorsa dal raggio diviso per il tempo impiegato è uguale ad una costante (c), qualunque sia la velocità v della sorgente. Il valore della distanza è d se la misuriamo con aste appartenenti ad L, è d^* se usiamo aste appartenenti ad F. Perciò se indichiamo con t l'intervallo di tempo impiegato dalla luce ad andare da S ad M e ritorno; usando aste-L e se lo indichiamo con t* usando aste-F, si ha $c = 2d/\mathrm{t}$ e $c = 2d^*/\mathrm{t}^*$, e da

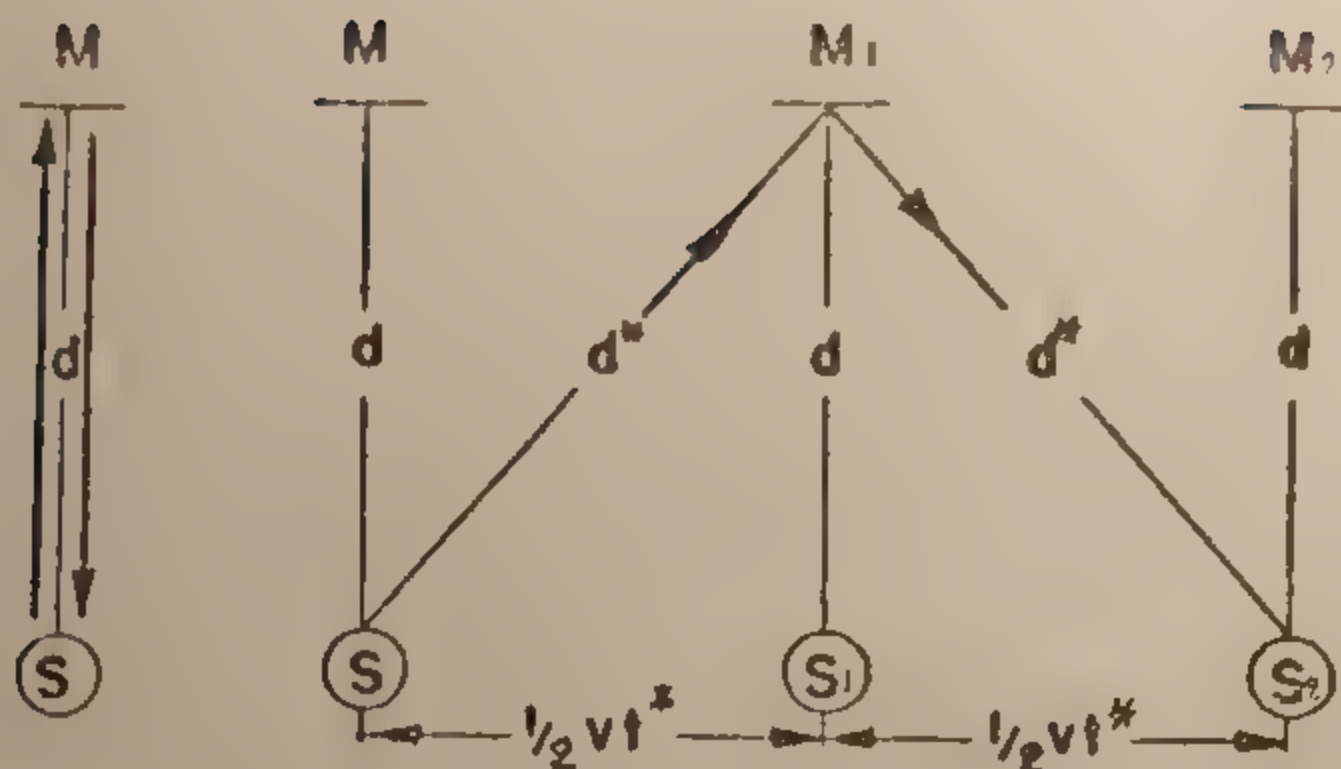



FIGURA 2

La sorgente di luce S e lo specchio M si muovono assieme alla stessa velocità v rispetto all'etere, mentre la luce stessa viaggia alla velocità c. Il diagramma di sinistra mostra un raggio di luce emesso da S e riflesso da M indietro ad S. La linea SM è la traccia del raggio su di uno schermo che si muove assieme ad S e ad M. Il tempo t della riflessione è $t = \frac{2d}{c}$, secondo il principio della relatività. Il diagramma di destra mostra la traccia del medesimo raggio su di uno schermo che sta fermo nell'etere e non partecipa del moto di S e di M. Secondo il principio di costanza noi otteniamo $t^* = \frac{2d^*}{c}$. Se consideriamo il triangolo rettangolo SM_1S_1 segue dal teorema di Pitagora che $(d^*)^2 = d^2 + (\frac{vt^*}{2})^2$. Se sostituiamo i risultati dei principii di relatività $d = \frac{ct}{2}$ e di costanza $d^* = \frac{ct^*}{2}$ otteniamo $\frac{t}{t^*} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = k$.

ciò $t/t^* = d/d^* =$ k (fig. 2). Ciò significa comunque che il risultato delle misure dipende da k, e conseguentemente da v. Quanto più grande è la velocità del laboratorio L rispetto ad F, tanto più grande è l' angolo percorso dall'indice dell'orologio mentre la luce va dalla sorgente allo specchio e ritorna. Similmente con un pendolo od una clessidra, tanto più grande è il numero delle oscil-

lazioni o la quantità di sabbia. Perciò misurando questo intervallo di tempo, l'osservatore in L dovrebbe essere capace di determinare la velocità v mediante osservazioni fatte esclusivamente nel suo laboratorio L. Questo però è in contrasto con i principii di relatività di Einstein. La contradizione sorge dalla supposizione tradizionale che è basata sulla idea newtoniana di un tempo assoluto. Secondo Newton ogni orologio, clessidra, o qualunque altro dispositivo per la misura del tempo, funziona esattamente allo stesso modo qualunque sia la sua velocità. In particolare un orologio nel sistema-laboratorio L funziona esattamente allo stesso modo di un orologio solidale col sistema fondamentale F. Se così fosse, t non differirebbe da t.* D'altra parte noi abbiamo dedotto dalle due ipotesi di Einstein che $t = kt^*$. Ciò significa che il tempo t^* differisce da t e che la differenza dipende da k. Poiché k dipende da v, il modo di funzionare di un registratore del tempo dipende dalla velocità v del suo moto. Se quindi si accettano le ipotesi di Einstein, la supposizione tradizionale, che il modo di funzionare di un registratore del tempo sia indipendente dalla sua velocità, deve essere lasciata cadere. Per costruire una teoria della luce e del moto, che sia in accordo con le ipotesi di Einstein, dobbiamo stabilire che l'orologio nel laboratorio L giri più lentamente di quello nel sistema fondamentale F. Perciò mentre gli indici dell'orologio in F ruotano di un angolo (a), quelli dell'orologio in L ruotano di un angolo minore a/k; mentre il pendolo in F fa n oscillazioni, quello in L ne fa solamente n/k; mentre q once di sabbia passano attraverso la clessidra in F, solamente q/k passano in L; quindi l'intervallo di tempo richiesto dalla luce per andare da S ad M e ritorno, misurato da qualsiasi dispositivo misuratore del tempo appartenente ad L, dipende soltanto dalla velocità v di L e non dal tipo del dispositivo usato. Così una proprietà

assolutamente nuova dei registratori del tempo, che non concorda con il modo di vedere tradizionale, è stata dedotta dalle due ipotesi fondamentali di Einstein. Un orologio in moto, non importa come sia costruito, gira più lentamente di un identico orologio che non si muova. Questo è un fatto fisico che può essere vero o falso, ma in cui non vi è nulla di paradossale.

Einstein ha pure indicato un metodo mediante il quale questa asserzione poteva essere sottoposta a diretta verifica sperimentale. Egli fece notare che gli atomi possono essere usati come orologi naturali, dato che essi emettono onde elettromagnetiche di certe definite frequenze. Queste frequenze di oscillazioni possono essere prese come unità di tempo naturali per gli atomi, e frequenze di un gruppo di atomi fermi nel laboratorio possono essere paragonate con quelle di un altro gruppo che si muove a gran velocità. Il confronto delle frequenze può essere fatto mediante uno spettrografo. Le radiazioni di frequenza definita, emesse dagli atomi, formano linee spettrali distinte su una lastra fotografica, con la posizione delle linee collocate a seconda della frequenza. Le conclusioni di Einstein sarebbero state verificate se le linee spettrali degli atomi in moto fossero risultate spostate leggermente verso il lato delle frequenze più basse in confronto alle linee spettrali degli atomi fermi. In realtà questa esperienza fu eseguita nel 1936 da H. Ives, del Bell Telephone Laboratories, New York City, con risultato positivo.

Questo effetto deve naturalmente essere distinto dal così detto effetto Doppler, che è pure un'alterazione delle frequenze di radiazione dovuta al moto degli atomi. L'effetto Einstein comunque è indipendente dalla direzione del moto degli atomi, mentre l'effetto Doppler dipende in modo critico dalla direzione. Lo spostamento ha il suo valore massimo se il moto degli atomi ha una

direzione opposta alla velocità dello specchio, o dello schermo dal quale viene intercettata la luce.

Einstein disse che anche il cuore umano è una specie di orologio e che il ritmo delle sue pulsazioni può essere influenzato dal moto. Questo fece una grande impressione. Consideriamo una persona ferma in F, il cui cuore batta al ritmo di settanta pulsazioni al minuto. Se questa stessa persona si muove con velocità v relativamente ad F, il suo cuore batterà soltanto $\frac{70}{k}$ volte al minuto. Ma si deve anche ricordare che è $\frac{70}{k}$ volte solo se misurato da un orologio fisso su F; se misurato da un orologio che viaggia con la persona, anche l'orologio stesso rallenterà e i battiti del cuore saranno allora esattamente 70. Poiché il detto ritardo influenza il processo di metabolismo in tutto il corpo, si può dire che una persona che si muove col sistema L « invecchia » meno di una persona che rimane ferma su F. Questo fatto può sembrare strano, ma non può rendere sufficientemente l' idea dell' impressione che questa nuova teoria fisica fece sulla massa del pubblico. Poiché vi fu la sensazione che tutto il nostro modo di pensare sull'universo avesse subito un rude colpo.

Alla fine del 1912 io mi resi conto per la prima volta che la teoria di Einstein della « relatività del tempo » avrebbe fatto una enorme impressione in tutto il mondo. In quel tempo, a Zurigo, vidi in un giornale quotidiano viennese il titolo: « Il minuto in pericolo, una notizia sensazionale della Scienza matematica ». Nell'articolo un professore di fisica spiegava ad un pubblico stupefatto che, mediante procedimenti matematici senza precedenti, un fisico di nome Einstein era riuscito a provare che, in certe condizioni, il tempo stesso poteva contrarsi od espandersi e che qualche volta poteva trascorrere più rapidamente e qualche altra più lentamente.

Questa idea cambiava completamente la nostra concezione della relazione fra uomo e l'universo.

Gli uomini venivano ed andavano, le generazioni passavano, ma il fluire del tempo rimaneva immutato.

Da Einstein in poi, tutto ciò è finito. Anche il fluire del tempo può mutare e ciò per un artifizio matematico. Alla maggioranza della gente ciò sembrava incomprensibile. Alcuni si rallegravano che potesse accadere qualche cosa di assurdo, e che la scienza tradizionale, che fu sempre impopolare presso certa gente, dovesse subire una simile disfatta. Altri erano infastiditi che accadesse qualche cosa che andava contro il senso comune. La gente era incline a considerare ciò come una ubbia di matematici, o come una esagerazione di un autore desideroso di creare una impressione sensazionale. Ad ogni modo era eccitante che dovesse accadere qualche cosa del genere e che proprio la nostra generazione fosse stata scelta per veder mettere sottosopra le fondamenta dell'universo. Come avvenne che qualcosa in parte eccitante, in parte assurda, questo fosse attribuito alla teoria di Einstein? Noi abbiamo visto prima che in realtà si tratta di una osservazione riguardante eventi concreti ed osservabili, prodotti con apparecchi fisici definiti. Perché la gente si compiace di presentare la chiara deduzione di Einstein riguardante esperimenti fisici in un linguaggio semi-mistico ed incomprensibile? La ragione è che Einstein non solo asseriva l'esistenza di fenomeni fisici prima ignoti, ma anche si proponeva di descrivere questi nuovi fenomeni in un linguaggio in cui potevano essere espressi più semplicemente. Il modo di esprimersi abituale in fisica era inteso a presentare il più semplicemente possibile fenomeni che si conoscevano già da lungo tempo. Ad Einstein questo linguaggio tradizionale della fisica sembrò essere troppo inadeguato

e troppo complicato per la presentazione dei fenomeni predetti o scoperti di recente.

Nella fisica ordinaria, la durata di un evento era definita dalla rotazione degli indici di un orologio, o dal numero delle oscillazioni di un pendolo. Questa era una definizione chiara sin tanto che uno credeva che il funzionamento di questi meccanismi non fosse influenzato dal moto. Ma se le deduzioni di Einstein tratte dai suoi postulati sono corrette, con orologi in moto si otterranno differenti durate di tempo per lo stesso fenomeno fisico. Come si vide prima, la durata del tempo impiegato dalla luce per viaggiare dalla sorgente S allo specchio M, e indietro ad S, dipende dal fatto che sia misurata da un orologio fermo sul sistema fondamentale F, o da un orologio nel laboratorio L che si muove rispetto ad F con velocità v. Allo scopo di esprimere la situazione più semplicemente Einstein propose di non parlare più della durata di un evento senza ulteriori specificazioni, ma di parlare della durata relativamente ad uno specifico sistema di riferimento. Con ciò egli intendeva la durata misurata mediante un orologio fisso rispetto a questo specifico sistema di riferimento. La situazione fisica non fornisce le basi per scegliere una di queste misure in preferenza alle altre e definirla come « durata reale » in contrasto alle altre che sarebbero « durate apparenti ». Secondo il principio di relatività, la durata di un avvenimento specifico in un laboratorio dovrebbe essere indipendente dalla velocità v del laboratorio, purché l'orologio usato sia fermo rispetto ad L. Tuttavia nessun argomento può obbligare ad accettare le proposte di Einstein. Si può anche descrivere le condizioni dette sopra dicendo: « La vera durata di un evento è misurata mediante un orologio di uno specifico sistema di riferimento. Ogni altra durata è una illusione dovuta ad una alterazione deliberata del ritmo dell'oro-

logio ». Questa asserzione comporta esattamente lo stesso significato riguardo ai fatti osservabili, salvo che viene introdotto uno specifico sistema di riferimento, che in campo fisico non è necessario.

Molti autori hanno interpretato la chiara ed inequivocabile asserzione di Einstein, mediante la seguente espressione, apparentemente profonda, ma in realtà priva di senso: « Einstein dice che il tempo qualche volta trascorre rapidamente, qualche volta trascorre lentamente ». Infatti dire che il tempo trascorre è un modo di dire solo parzialmente appropriato alla descrizione dei fenomeni fisici. Il parlare di un « trascorrere più rapido » è prendere seriamente una semplice metafora. Se si fa una differenza fra le asserzioni riguardanti nuovi fenomeni fisici, e la proposta per un nuovo modo di esprimersi, si può specificare esattamente cosa significhi la « relatività del tempo ». Questo significa che usando l'espressione « intervallo del tempo relativo ad un particolare sistema di riferimento » si può descrivere il fenomeno in modo più semplice che usando l'espressione tradizionale « intervallo di tempo » senza specificazione.

« La relatività del tempo » di Einstein è una riforma in semantica, non in metafisica.

6. - *Relatività di altri concetti fisici*

Se una ricerca simile a quella per la durata del tempo misurata da orologi viene fatta per « intervalli di spazio » misurati da aste di misura, la lunghezza delle aste deve pure essere influenzata dal moto. Non discuterò questo punto in ulteriori particolari, dato che siamo già venuti a conoscenza del metodo mediante il quale si ottengono tali risultati. Parlerò solo della proposta di Einstein secondo la quale, dato che le aste di misura in moto va-

riano la loro lunghezza relativamente alle aste ferme, si dovrebbe parlare solamente di « lunghezza relativa ad uno specifico sistema di riferimento » e non di « lunghezza » come tale.

Un'altra conseguenza delle ipotesi fondamentali di Einstein è che parlando con esattezza non si può più dire « due eventi in posti differenti si determinano simultaneamente »; questa asserzione è meglio formulata se la si riferisce ad uno specifico sistema di riferimento. Un osservatore in Chicago può ricevere simultaneamente dei segnali radio da due posti ad egual distanza da Chicago. Egli direbbe che essi sono stati trasmessi nello stesso istante, ma un osservatore su un treno in moto che riceva gli stessi segnali, non li riceverà simultaneamente se essi sono trasmessi secondo orologi convenzionali. Einstein propose che la parola « simultanei » fosse introdotta solamente nella combinazione « simultanei relativamente ad uno specifico sistema di riferimento ». Questo sarebbe ancora un miglioramento in semantica; « simultaneità », senza specificazione, è una espressione di scarso uso pratico.

Per la continuità delle leggi, la meccanica newtoniana viene ad essere infirmata per particelle la cui velocità è prossima alla velocità della luce. Einstein trovò che le sue ipotesi potevano essere impiegate in un compito molto importante. Diventavano uno strumento per derivare dalle leggi della fisica, che sono valide solo per piccole velocità, leggi che fossero generalmente valide per qualsiasi velocità. Come abbiamo già appreso in base alle ipotesi di Einstein le leggi di Newton non valgono per le grandi velocità. Altrimenti si potrebbe anche, con una piccola forza costante, accelerare gradualmente una massa sin che raggiunga la velocità della luce.

Einstein partì dall'ipotesi che per piccole velocità (cioè molto più piccole della velocità della luce c) ogni massa

si muove in accordo con le leggi di Newton. Applicando il procedimento detto sopra, Einstein riuscì a derivare dalle leggi newtoniane le leggi del moto per alte velocità. Il risultato principale ottenuto in tal modo è il fatto piuttosto sensazionale che la massa di un corpo non è costante; come la durata del tempo, e la lunghezza dei metri, essa dipende dalla sua velocità. La massa aumenta con la velocità in modo tale che se la velocità diventasse grandissima anche la massa diventerebbe grandissima. Una data forza produrrebbe cambiamenti sempre più piccoli nella velocità reale quanto più questa si avvicina alla velocità della luce. Per questo motivo, nessuna particella potrebbe mai raggiungere la velocità della luce, per quanto grandi siano le forze che agiscono su di essa e per quanto lungo sia il tempo durante il quale esse agiscono. Passando al campo dei fenomeni elettromagnetici, Einstein fu di nuovo portato alla conclusione che le forze dei campi elettrici e magnetici sono pure « quantità relative ». Ogni descrizione utile delle forze di un campo elettrico magnetico deve contenere non solo la loro grandezza, ma anche il sistema rispetto al quale esse vengono misurate.

La necessità di questo è facilmente vista. Quando una carica elettrica è ferma su L, essa possiede un campo elettrico « relativamente ad L ». Non esiste campo magnetico relativo ad L poiché una carica elettrica ferma non esercita forze magnetiche. Però, quando questa situazione viene descritta relativamente ad F, la carica elettrica si muove con velocità v; ciò significa che vi è una corrente elettrica. Poiché ogni corrente elettrica esercita una forza magnetica, è appropriato il dire che vi è un campo magnetico « relativo ad F ». L'esistenza di questi campi è naturalmente un fatto fisico. Ma le loro descrizioni « relativamente ad L » e « relativamente ad F » sono differenti.

7. - *Equivalenza della massa e dell'energia*

Dalle stesse ipotesi Einstein poté trarre altre conclusioni che in un primo momento non si suppongono neppure. Se si forma un agglomerato di masse o si disgrega con produzione di energia cinetica o radiazione, la somma delle masse dopo l'agglomerazione o dopo la disgregazione è più piccola di prima. L'energia prodotta è data da $E = mc^2$ dove m è la diminuzione delle masse. Questa asserzione può essere considerata come la legge della « Trasformazione della massa in energia ». In un procedimento in cui si verifica questa trasformazione di massa in energia o viceversa, l'energia del sistema non verrà conservata, a meno che non si tenga conto del guadagno o della perdita dovuta al cambiamento della massa.

Questa legge si è rivelata di enorme significato nello sviluppo della nostra conoscenza dell'interno dell'atomo. Secondo la nostra moderna concezione dell'atomo, esso consiste di una parte centrale massiccia con carica positiva, che è chiamata nucleo; intorno ad esso un certo numero di particelle caricate negativamente, dette elettroni, ruotano a grande velocità. Anche il nucleo è una struttura complessa costituita di due tipi di particelle, protoni caricati positivamente ciascuno dei quali s'identifica col nucleo dell'atomo più semplice, l'idrogeno, e i neutroni che sono esattamente come i protoni fuorché mancano di carica elettrica. I vari atomi che si trovano in natura differiscono soltanto nel numero di protoni e di neutroni che essi possiedono nel nucleo; gli atomi più pesanti contengono più particelle e perciò sono di struttura più complessa. Come detto prima, l'idrogeno è l'atomo più leggero, ha un nucleo che è un semplice protone. Dopo di esso l'atomo più leggero è l'elio, il cui nucleo contiene due protoni e due neutroni. Queste quattro particelle sono tenute as-

sieme strettamente nel nucleo da certe forze nucleari. E' uno dei più importanti problemi della fisica moderna il ricercare la grandezza, il carattere e la qualità di queste forze nucleari che tengono insieme il nucleo atomico.

Una misura delle forze con cui le particelle del nucleo sono tenute assieme si può ottenere considerando quanta energia occorre per separarle e portarle a grande distanza le une dalle altre. Questa energia è nota come l'energia legante del nucleo. Ora secondo la teoria di Einstein, questa energia (E) che è prodotta dalla formazione del nucleo deve comparire come diminuzione della massa dovuta all'agglomerazione. Ciò significa che la somma delle masse dei protoni e dei neutroni separati è di $\frac{E}{c^2}$ più grande della massa del nucleo dove le particelle sono collegate assieme. Così, misurando le masse dei protoni e dei neutroni mentre sono liberi, e la massa del nucleo, è possibile ricavare l'energia legante del nucleo. Questa misura è stata eseguita per molti degli atomi che si trovano in natura. Siamo ora in grado di fare una classifica secondo l'energia con la quale le particelle del nucleo sono tenute assieme. Questi risultati sono stati di immenso valore nel preparare e nell'interpretare le recenti ricerche sulla trasmutazione artificiale degli atomi, per cui bombardando vari nuclei atomici con protoni e neutroni ed altre particelle simili, si sono potuti produrre atomi di diversa specie.

La relazione massa-energia di Einstein ha reso possibile per la prima volta nella storia la soluzione del problema della sorgente dell' energia solare. Il sole irradia calore e luce allo stesso ritmo attuale da miliardi di anni. Se questa energia derivasse da una ordinaria combustione, come per il carbone quando brucia, il sole sarebbe ormai raffreddato. La soluzione del problema è sempre sfuggita agli scienziati sinché è apparsa

l'equazione di Einstein $E = mc^2$. La velocità della luce (c) è un numero molto grande, e contenendolo al quadrato, la formula stabilisce che una piccola quantità di massa si può trasformare in una grandissima quantità di energia. Per questa ragione, perdendo solamente una quantità di massa così piccola da non potersi misurare, il sole ha potuto continuare ad irradiare energia per tanto tempo, e continuerà per miliardi di anni avvenire. Il meccanismo della trasformazione della massa in energia avviene nelle reazioni nucleari che si svolgono nell'interno del sole. Si crede attualmente che queste reazioni consistano nella formazione di nuclei di elio dall'idrogeno. Per questo « effetto di raggruppamento » si perde massa e viene emessa una radiazione.

La possibilità di usare la massa come sorgente di energia fece nascere la speranza ottimistica di poter realizzare dei metodi pratici per liberare l'energia immagazzinata nella massa degli atomi. Ma si presenta anche una possibilità spaventosa. Lo stesso procedimento avrebbe potuto essere usato per produrre un terribile esplosivo. Un solo grammo di esso sarebbe bastato per annullare ogni cosa entro un raggio di molte miglia. Questo presagio si compì quarant'anni dopo, quando la prima bomba atomica distrusse Hiroshima.

Per Einstein, comunque, il valore principale del suo risultato non fu nelle applicazioni, per quanto numerose ed importanti. A suo giudizio il principale successo fu l'aver dedotto la legge $E = mc^2$ dal principio della relatività. Secondo la concezione einsteiniana dell'universo, fra le leggi della natura esistono ponti logici e semplici che egli continuamente cercava di scoprire. L'insieme delle conclusioni, derivate dalle sue ipotesi, costituisce ciò che venne chiamato complessivamente « teoria della relatività ».

Einstein ha scoperto un pozzo ricco di informazioni sulla natura che continuerà ad aumentare il nostro sapere per molte decadi future.

8. - *La teoria del moto browniano*

Nello stesso anno (1905) Einstein scoprì nuove leggi fondamentali in due campi diversi, fuori della teoria della relatività.

Quando venne a Berna si interessava principalmente del problema della luce e del moto, ma vedeva che la meta finale poteva esser raggiunta solamente attaccando il problema da vari lati. Una delle vie verso la meta era studiare le relazioni fra la luce ed il calore, e quelle fra il calore e il moto.

Era noto da qualche tempo che il calore è connesso col moto irregolare delle molecole. Più alta è la temperatura, più violento è questo moto. Il comportamento statistico delle particelle in questo moto irregolare fu studiato soprattutto dal fisico scozzese James Maxwell (1831-1879) e dall'austriaco Ludwig Boltzmann (1844 - 1906).

Si supponeva anche prima che l'energia cinetica media delle molecole fosse proporzionale alla temperatura assoluta. Al tempo di Maxwell e di Boltzmann, però, la costituzione molecolare della materia era ancora un'ipotesi che poteva essere messa in dubbio. Questa ipotesi rendeva possibile la spiegazione semplice di molti differenti fenomeni, ma non vi era ancora la prova diretta dell'esistenza delle molecole. Inoltre non era ancora stato possibile ottenere un valore accurato del numero delle molecole nell'unità di volume della materia. Una stima di questo numero fu fatta dal fisico austriaco Loschmidt (1865) ma era basata su metodi piuttosto involuti ed indiretti. Einstein sentì la necessità di studiare que-

sto argomento più profondamente e di ottenere una prova più diretta del moto delle molecole. Era noto da molto tempo che piccole particelle visibili al microscopio, messe in sospensione in un fluido di densità approssimativamente uguale ad esse, mostrano un moto continuo ed irregolare a zig-zag. Questo era stato scoperto dal botanico scozzese Robert Brown per pollini sospesi in acqua, e per tale ragione questo fenomeno fu chiamato moto browniano. Questo non è determinato da alcuna influenza esterna che faccia vibrare il recipiente, né dalle correnti dell'acqua nel recipiente, e l'agitazione cresce in intensità col crescere della temperatura dell'acqua. Per questa ragione si era congetturato che il moto fosse collegato al moto delle molecole dovuto al calore. Secondo questa concezione, le molecole di acqua, dotate di energia cinetica, urtando continuamente le particelle microscopiche, produrrebbero le forze irregolari in tutte le direzioni che danno luogo ai moti osservati.

Nel 1902 Einstein confermò in forma semplificata la teoria di Boltzmann su questi moti irregolari. Egli trattò i moti browniani col suo metodo ed arrivò ad un risultano di semplicità sorprendente. I risultati della teoria della energia cinetica delle molecole dovevano valere anche per le particelle visibili al microscopio. Il valore medio dell'energia cinetica delle particelle nel moto browniano doveva essere eguale a quello delle molecole. Perciò, osservando il moto delle particelle visibili al microscopio, era possibile ottenere informazioni apprezzabili sulle molecole invisibili. In tal modo Einstein poté derivare una formula che stabiliva che lo spostamento medio delle particelle in ogni direzione aumenta come la radice quadrata della temperatura. Egli mostrò (1905) come si può determinare il numero delle molecole in una unità di volume, misurando le distanze percorse dalle particelle visibili.

Le osservazioni sperimentali furono poi fatte più tardi dal fisico francese Jean Perrin, che verificò completamente la teoria di Einstein. Il fenomeno dei moti browniani da allora in poi è stato sempre considerato come la miglior prova « diretta » dell' esistenza delle molecole.

9. - *Origine della « teoria dei quanti »*

Ad Einstein era sempre risultato chiaro che la sua teoria della relatività non poteva pretendere (come non pretese mai) di risolvere tutti i misteri del comportamento della luce. Le proprietà della luce, studiate da Einstein, riguardavano solo un certo gruppo di fenomeni che concernevano le relazioni fra la propagazione della luce ed i corpi in moto. Per tutti questi problemi la luce poteva essere concepita, secondo le linee della fisica tradizionale, come un fenomeno ondulatorio elettromagnetico che riempiva lo spazio come processo continuo. La teoria della relatività presupponeva che alcuni oggetti potessero emettere luce di questa natura, e nessun tentativo fu fatto per analizzare l'esatto procedimento con cui la luce viene emessa o per studiare se tale presupposto fosse sufficiente per derivare tutte le leggi dell'interazione della luce con la materia.

Le ricerche sulla natura della luce e le sue interazioni con la materia dovevano condurre alla « teoria dei quanti » una rivoluzione in fisica forse ancor più radicale della teoria della relatività. Ed anche in questo campo il genio di Einstein ebbe una profonda influenza nel suo primo sviluppo. Allo scopo di render comprensibile la natura del contributo di Einstein, descriverò brevemente la situazione come era prima delle sue ricerche.

Il modo più semplice di produrre la luce è quello di riscaldare un corpo solido. Man mano che aumenta la temperatura, esso comincia a brillare di un rosso cilie-

gia, sino ad un arancio più chiaro, e infine di una luce bianca abbagliante. La ragione di questo è che la luce visibile consiste in radiazioni di differente frequenza, che vanno dal rosso alla estremità più bassa, e, attraverso i colori dello spettro, sino al violetto alla estremità più alta. La qualità della luce emessa da un corpo solido dipende solamente dalla sua temperatura: a bassa temperatura le onde di bassa frequenza predominano e perciò appare il rosso; a più alta temperatura appaiono anche le onde più corte e si mescolano col rosso per dare il colore bianco.

I tentativi per spiegare questi cambiamenti di qualità della luce con la temperatura sulle basi della fisica del secolo decimonono finirono in un fallimento. Era questo uno dei più importanti problemi a cui si trovarono di fronte i fisici al principio del ventesimo secolo. A quel tempo si pensava che l'emissione della luce fosse prodotta dalla oscillazione di particelle cariche (elettroni) e che la frequenza della luce emessa dovesse essere eguale alla frequenza della vibrazione. Secondo la legge statistica di Boltzmann, già menzionata, l'energia media delle oscillazioni di un elettrone doveva essere esattamente eguale all'energia cinetica media delle molecole di un gas, e perciò semplicemente proporzionale alla temperatura assoluta. Ma questo portava alla conclusione che l'energia delle vibrazioni è indipendente dalla frequenza dell'oscillazione, e che perciò luce di frequenza differente avrebbe dovuto essere emessa con la stessa energia. Questa conclusione era ovviamente contraddetta dalle osservazioni fatte sulla luce emessa dai corpi riscaldati. In particolare, si sa che dai corpi riscaldati non è emessa luce di qualsiasi lunghezza d'onda. Man mano che sale la temperatura, appaiono raggi di frequenza sempre più elevati, ma comunque ad una data temperatura non vi sono radiazioni percettibili al di sopra di una

certa frequenza definita. Conseguentemente risultava che doveva essere difficile emettere luce di frequenza molto alta.

Poiché tutte le spiegazioni basate sulla teoria meccanicistica della materia e dell'elettricità conducevano a risultati in contradizione con l'esperienza, il fisico tedesco Max Planck nell'anno 1900 introdusse una nuova ipotesi nella teoria della emissione della luce. Inizialmente sembrava che tale ipotesi non avesse conseguenze, ma poi nel corso del tempo condusse a risultati di carattere sempre più rivoluzionario. Il cambiamento nella fisica coincideva col cambiamento del secolo. Traccerò le idee di Planck in modo semplificato e forse in forma un po' superficiale.

Secondo le leggi statistiche di Boltzmann, l'energia media delle oscillazioni di un elettrone in un corpo è eguale alla energia cinetica media delle molecole. Le energie reali degli atomi e delle molecole presi individualmente possono, naturalmente, avere valori molto diversi; la legge statistica pone una relazione soltanto fra l'energia media e la temperatura. Boltzmann però poté derivare un secondo risultato, che determinava la distribuzione dell'energia delle particelle attorno al valore medio. Ciò stabiliva che il numero delle particelle che possiedono una certa energia dipende dal valore percentuale di cui questa energia differisce dal valore medio. Più grande è lo scarto, meno di frequente si presenta questa energia in qualche particella.

Come Planck notò, i risultati sperimentali indicavano che gli elettroni oscillanti in un corpo non possono emettere radiazioni con una frequenza arbitraria. La scarsità di radiazioni di alta frequenza mostra che il meccanismo di radiazione deve essere tale che sia in certo modo difficile emettere radiazioni di alta frequenza. Poiché a quel tempo non esistevano spiegazioni di tale

meccanismo, Planck fu condotto a fare una nuova ipotesi secondo la quale, per qualche ragione tuttora ignota, l'energia delle oscillazioni degli atomi non può avere proprio ogni valore, ma può avere soltanto valori che sono multipli addizionali di un certo valore minimo. Perciò se questo valore è chiamato ε, l'energia delle oscillazioni può avere soltanto i valori discreti $0, \varepsilon, 2\varepsilon, 3\varepsilon, \ldots n\varepsilon$, dove n è zero oppure un numero intero. Conseguentemente la radiazione emessa od assorbita doveva avvenire in multipli di quantità ε. Quantità più piccole non potevano essere irradiate o assorbite dato che l'oscillazione non poteva variare la propria energia per quantità minori di questa. Planck ha poi mostrato che, se si vuole spiegare il ben noto fatto che uno spostamento verso temperature più alte corrisponde ad uno spostamento verso frequenze più alte, si devono prendere per ε valori che variano per i differenti valori della frequenza di oscillazione, e infatti ε deve essere proporzionale alle frequenze.

Così egli pose $\varepsilon = h\nu$ dove ν è la frequenza ed h è la costante di proporzionalità, che da allora è stata chiamata costante di Planck e che si trovò essere una delle costanti fondamentali della natura. Con questa ipotesi Planck poté immediatamente dedurre dei risultati nella teoria della radiazione, che concordavano con l'osservazione e così togliere di mezzo le difficoltà che si opponevano ai fisici in questo campo.

10. - *Teoria del fotone*

Planck pensava di aver fatto solo una minima correzione nelle leggi della fisica formulando la sua ipotesi, ma Einstein comprese che, se questa idea veniva sviluppata rigorosamente, doveva condurre ad una rottura dell'intelaiatura della fisica del secolo decimonono tanto seria da rendere necessaria una ricostruzione fondamen-

tale. Infatti se l'elettrone poteva oscillare soltanto con certi valori discreti di energia, questo contraddiceva le leggi del moto di Newton, leggi che erano state la base dell'intiera struttura della fisica meccanicistica.

L'ipotesi di Planck riguardava solamente il meccanismo della radiazione e dell'assorbimento della luce, e stabiliva che questi processi potevano avvenire soltanto per quantità finite. Non diceva nulla della luce stessa mentre si propaga dal punto della radiazione al punto dell'assorbimento. Einstein si accinse a studiare se l'energia trasmessa dalla luce conservasse, oppure no, questo carattere discontinuo durante la sua propagazione. Egli espresse una volta questo dilemma mediante il seguente paragone: « Anche se la birra è sempre venduta in bottiglie da una pinta, non se ne può dedurre che la birra sia costituita di porzioni indivisibili di una pinta l' una ».

Consideriamo la radiazione chiusa in una scatola. Possiamo immaginare questa scatola divisa in un certo numero di celle di egual volume e considerare la distribuzione dell' energia di radiazione in queste celle. Se le porzioni di radiazione sono grandi, le variazioni dell'energia fra le celle saranno grandi; se sono piccole, le variazioni saranno piccole. Dalla legge empirica di distribuzione risulta che le variazioni nella luce violetta sono più grandi che nella luce rossa. Einstein ne concluse che la luce violetta consiste di poche porzioni grandi, mentre la luce rossa consiste di molte porzioni piccole. Il calcolo esatto ha mostrato che la grandezza delle porzioni deve essere $h\nu$. Così Einstein trovò che non solo l'emissione e l'assorbimento di radiazione avvengono in quantità discrete, ma la luce stessa è costituita da porzioni definite. Il nome di « fotone » è poi stato dato al « quantum » di radiazione. Per questa conclusione, che Einstein trovò teoricamente, egli poté suggerire una veri-

fica sperimentale. Si sapeva da qualche tempo che quando la luce batte su certi metalli, degli elettroni ne vengono emessi. Gli elettroni sono particelle, fondamentali in fisica, che portano una carica negativa e costituiscono la parte esterna dell'atomo. Nel 1902 il fisico tedesco Philipp Lenard scoprì un fenomeno stupefacente su questa emissione degli elettroni. Egli trovò che l'intensità della luce che batte sul metallo non aveva alcun effetto sull'energia con la quale gli elettroni erano emessi dal metallo, ma che questa energia dipendeva unicamente dal colore, ovverosia dalla frequenza della luce. Non importava di quanto la sorgente della luce fosse allontanata dal metallo, gli elettroni erano sempre emessi con la stessa velocità, sebbene naturalmente il numero di elettroni emessi diventasse più piccolo. Ma quando si usava luce violetta anziché luce rossa, la velocità degli elettroni era molto più grande.

Secondo il punto di vista di Einstein la spiegazione è semplicissima. Non importa quale distanza abbia percorso una luce di un certo colore dalla sorgente, essa è sempre costituita dalle stesse porzioni di energia, la sola differenza sta nel fatto che, più lontano dalla sorgente, le porzioni individuali sono più sparpagliate. L'emissione di un elettrone avviene quando un intiero quanto di radiazione è assorbito da un singolo elettrone, che allora esce con l'energia del fotone.

Perciò la distanza fra la sorgente ed il metallo non ha effetto sull'energia dei singoli elettroni emessi. Inoltre la differenza fra la luce violetta e la rossa sta appunto nel fatto che una differente quantità di energia è posseduta dal fotone. Perciò un elettrone, che assorbe un fotone violetto, naturalmente esce con una velocità maggiore di uno che assorbe un fotone rosso.

Per dare un'altra analogia consideriamo il bombar-

damento di una fortificazione da parte di una mitragliatrice e da parte di artiglieria pesante. Anche se il peso totale dei proiettili è lo stesso in entrambi i casi, gli effetti prodotti sono di genere molto diverso.

Le pallottole della mitragliatrice fanno un gran numero di piccole tacche, mentre i proiettili d'artiglieria fanno pochi grandi buchi. Perciò l'intensità media del fuoco ha scarso effetto nella grandezza dei buchi, ma soltanto sul loro numero.

Con la sua ipotesi sulla natura discontinua della luce Einstein gettò il dubbio sull'intiera concezione dei campi di forza continui. Se la luce consiste di fotoni, i campi elettrico e magnetico non possono riempire tutto lo spazio con continuità, e tutta la teoria elettromagnetica della luce, basata su questo concetto, deve essere riesaminata. La struttura discontinua è apparentemente in disaccordo con alcuni fenomeni osservati, in particolare con l'interferenza e la diffrazione della luce, che sono così bene spiegate dalla teoria delle onde continue. Einstein, che era ben consapevole di questa difficoltà, considerò la sua ipotesi come provvisoria, senza attribuirle un valore permanente. Egli perciò intitolò l'articolo in cui presentava la sua scoperta: « Intorno a un punto di vista euristico riguardante la produzione e la trasformazione della luce ».

E' interessante notare che la nuova teoria di Einstein dei quanti di luce era basata sulle ricerche di due fisici tedeschi, che dovevano in seguito avere una parte importante nella sua vita. Max Planck fu il primo a sostenere il significato della teoria einsteiniana della relatività, mentre Philipp Lenard si oppose ad essa nel modo più deciso sul terreno filosofico, politico e razziale.

IV

EINSTEIN A PRAGA

1. - *Professore all'Università di Zurigo*

I risultati delle ricerche, che egli pubblicò a Berna nel 1905, erano così straordinari che ai fisici delle Università svizzere sembrarono incompatibili con il lavoro assegnato ad un piccolo impiegato di un ufficio brevetti. Furono fatti subito dei tentativi per chiamare Einstein a insegnare all'Università di Zurigo. A quel tempo il professor Kleiner era il direttore della facoltà di fisica di quella Università. Egli si rendeva conto che gli scritti di Einstein rivelavano un talento fuori del comune, pur non comprendendoli completamente. Si sentì in dovere nell'interesse della sua Università di proporre per Einstein la nomina di professore a Zurigo. Secondo i regolamenti in vigore a Zurigo, come nelle Università tedesche, nessuno poteva essere nominato professore all'Università, senza essere prima stato libero docente. E' una posizione questa di cui non vi è l'equivalente nelle Università dell'Europa occidentale e d'America. Un giovane che abbia compiuto lavori scientifici può chiedere di essere ammesso ad insegnare all'Università. Egli non ha obblighi e può fare lezione quando crede, egli non riceve rimunerazioni eccettuati i piccolissimi compensi pagati dagli studenti che assistono alle sue lezioni. Per questo motivo non occorre limitare il numero dei li-

beri docenti. Questo sistema ha il vantaggio che ogni giovane scienziato ha la possibilità di mostrare le sue capacità di insegnante e le Università hanno a disposizione un gran numero di candidati fra cui scegliere per nominare i loro professori. Lo svantaggio naturalmente consiste nel fatto che in pratica soltanto le persone dotate di mezzi, o che esercitino un'altra professione proficua, possono iniziare questa carriera. Con il suo impiego all'ufficio brevetti Einstein si trovava nella seconda situazione.

Il professor Kleiner lo consigliò di diventare libero docente all'Università di Berna, in modo che dopo un certo periodo gli potesse essere assegnata una cattedra a Zurigo. Einstein seguì il consiglio, benché non fosse entusiasta dell'idea di dare lezioni regolari. Infatti le sue lezioni non erano molto ben preparate, e quindi gli studenti non le seguivano con interesse; soltanto pochi amici vi assistevano. Inoltre Einstein era in quel periodo nel bel mezzo di un vortice di nuove scoperte ed era altresì molto difficile portare la sua materia al livello della capacità media degli studenti. Il professor Kleiner si recò una volta a Berna per ascoltare una lezione di Einstein ed osservò che quelle lezioni non erano adatte agli studenti. Einstein rispose: « Non chiedo io di esser nominato professore a Zurigo ». In quel periodo la cattedra di fisica teorica si rese vacante all'Università di Zurigo, ma il Consiglio per l'educazione del Cantone di Zurigo, da cui dipendeva l'Università, aveva già dei progetti per questa cattedra. La maggior parte dei membri di questo Consiglio apparteneva al Partito social-democratico ed essi avevano a Zurigo un compagno di Partito che sembrava essere un candidato adatto sotto i due punti di vista, politico e scientifico. Questi era Friedrich Adler, il compagno di Einstein al Politecnico di Zurigo, allora libero docente in quella Università. Come figlio del capo

dei social-democratici austriaci, era tenuto in grande stima dai membri del Partito in Svizzera. Friedrich Adler, imbevuto di amore fanatico per la verità, s'interessava della fisica principalmente per i suoi aspetti filosofici. E non avrebbe rinunciato a render noto ciò che egli considerava come vero, anche se ciò fosse stato a suo svantaggio. Avendo saputo che vi era per l'Università la possibilità di ottenere Einstein, egli disse al Consiglio: « Se è possibile avere un uomo come Einstein, nella nostra Università, è assurdo nominare me. Devo dire francamente che la mia capacità come ricercatore fisico non regge neppure il più lontano paragone con quella di Einstein. L'opportunità di avere un uomo che può tanto beneficiarci, elevando il livello generale dell'Università, non deve esser trascurata a favore di simpatie politiche ».

In tal modo nel 1909 nonostante le tendenze politiche del Consiglio per l'educazione, e la disapprovazione del professore Kleiner per il suo modo di far lezione, Einstein fu nominato professore « straordinario all'Università di Zurigo ».

La nomina a Zurigo diede a Einstein per la prima volta una posizione di un certo prestigio pubblico. La maggior parte dei liberi docenti si sentono persone importanti quando ottengono il grado di professore, possono dominare sugli altri docenti, anziché essere in sostanza alle dipendenze della amministrazione dell'Università. Per Einstein naturalmente questo non era motivo di soddisfazione. Egli non aveva avuto affatto di che dolersi come docente, e non aveva alcun desiderio di dominare in tal modo gli altri. Inoltre non aveva desiderato questa posizione da essere eccessivamente contento di averla ottenuta.

Dal punto di vista finanziario la posizione di professore « straordinario » non era molto rimunerativa. Le sue entrate non erano superiori a quanto percepiva all'Uf-

ficio brevetti ed inoltre ora non poteva più permettersi una vita da bohémien, piacevole ed economica, avendo acquistato un certo grado sociale nella città. Pur riducendo le spese al minimo, egli doveva spendere per cose che non gli facevano alcun piacere, ma che erano richieste dalla sua posizione sociale. Per migliorare la situazione finanziaria, sua moglie prese a pensione degli studenti. Egli disse una volta, scherzando: « Nella mia teoria della relatività ho messo un orologio in ogni punto dello spazio, ma in realtà mi trovo in difficoltà per metterne uno nella mia stanza ». Einstein amava la città di Zurigo, ove si trovava a casa sua. Anche sua moglie si sentiva più a casa lì che in ogni altro luogo. La collaborazione coi colleghi e con gli studenti, ora diventata possibile, era di grande stimolo per Einstein. I doveri amministrativi e l'insegnamento regolare, comunque, avevano poca attrattiva per lui, e sotto certi aspetti, presentavano molte difficoltà. Ciò era dovuto non solo alla costrizione in cui si trovava una persona di tale capacità creativa, obbligata a sprecare le sue energie in compiti che non riteneva importanti, ma anche alle paradossali relazioni di Einstein con la società, dovute alla sua personalità eccezionale.

Le prime impressioni che Einstein provocò intorno a sé furono scostanti. Egli si comportava allo stesso modo con tutti. Il tono con cui parlava ai dirigenti dell'Università era esattamente lo stesso con cui parlava al suo droghiere e alla donna che faceva pulizia nel laboratorio. In seguito alle sue grandi scoperte scientifiche, Einstein aveva anche acquistato un intimo senso di sicurezza. L'oppressione che aveva spesso provata nella sua giovinezza era finita. Egli ora si vedeva al centro del lavoro al quale voleva dedicare la sua vita e di cui si sentiva all'altezza. Vicino a questo lavoro i problemi della vita quotidiana non sembravano molto importanti. Ed in realtà

gli era molto difficile prenderli sul serio. Le relazioni con gli estranei lo divertivano. Egli vedeva tutto sotto una luce comica, e in genere questo suo atteggiamento si manifestava in tutto ciò che diceva. Il senso di umorismo era sempre presente. Quando qualcuno diceva qualcosa di comico, volontariamente o no, Einstein subito vi si adeguava. Il riso che saliva dalla profondità del suo essere era una delle caratteristiche che immediatamente attraevano l'attenzione. Per quelli che gli stavano intorno il suo riso era fonte di gioia e quasi di vitalità. Qualche volta però si avvertiva che esprimeva una critica, il che risultava spiacevole a qualcuno. Alle persone che occupavano importanti posizioni sociali non garbava la comicità riflessa nel riso di Einstein, che sorgeva dalla visione dei grandi problemi della natura. Mentre le persone di rango inferiore se ne compiacevano sempre.

La conversazione di Einstein era spesso intessuta di scherzi inoffensivi e di satira penetrante, così che alcuni non sapevano decidere se ridere o sentirsi offesi. Spesso lo scherzo consisteva nel presentare fatti e problemi come potevano apparire ad un ragazzo intelligente. Veniva interpretato come una critica caustica, e spesso creava l'impressione di cinismo. Così l'impressione che Einstein dava al suo ambiente oscillava fra i due estremi della piacevolezza infantile e del cinismo. Fra questi due estremi rimaneva l'impressione di una persona interessante e piena di vita, la cui compagnia rendeva più ricchi di esperienza. Oltre a ciò sembrava a volte che partecipasse profondamente ed appassionatamente ai fatti altrui; a volte invece, messo di fronte a rapporti intimi, si rinchiudeva immediatamente nel suo guscio.

2. - *Nomina a Praga.*

Alla fine del 1910 si rese vacante la cattedra di fisica teorica all'Università tedesca di Praga.

Queste nomine venivano fatte, su raccomandazione della facoltà, dall' Imperatore d'Austria, che esercitava i suoi diritti attraverso il Ministero dell'Educazione. Chi doveva decidere della scelta del candidato era il fisico Anton Lampa, uomo di tendenze molto progredite per quanto riguardava l'educazione. Durante tutta la sua vita egli lottò per l'adozione di metodi di pedagogia moderna, per la libertà dell'insegnamento da influenze reazionarie e per la diffusione dell' istruzione artistica e scientifica. Vi era però molta distanza fra le sue alte aspirazioni e la sua capacità scientifica, ne derivava quindi che egli era animato da una ambizione insoddisfatta. Poiché era uomo di elevati ideali etici, egli tentò di far tacere tale ambizione, ma questa ebbe una influenza ancor più grande nella vita del suo subcosciente. La sua *Weltanschaung* era per la maggior parte determinata dalla filosofia positivistica del fisico Ernst Mach, di cui era stato allievo. Era appunto scopo della vita di Lampa propagandare le idee di Mach e conquistare ad esse seguaci.

Quando si presentò la questione di assegnare la cattedra di fisica teorica, Lampa pensò che questa fosse una buona occasione per nominare qualcuno che insegnasse la fisica nello spirito di Mach. Inoltre era sempre stato il suo sogno di accedere al regno di un vero genio; egli voleva uno scienziato fuori classe, e non un professore mediocre. Rendendosi conto di non essere sufficientemente dotato, era così retto da accettare la presenza di un uomo eccezionale. Lampa aveva pensato a due fisici che supponeva avrebbero insegnato nello spirito di Mach, ed erano noti per avere capacità straordinarie. Il primo

era Gustav Jaumann, un professore dell'Istituto tecnico di Brno, ed il secondo era Einstein. Jaumann seguiva Mach in alcuni particolari, anzitutto nell'avversione ad introdurre gli atomi e le molecole nella fisica. Anche quando ormai la costituzione atomica della materia era generalmente accettata come quella che dava la migliore e più semplice presentazione dei fenomeni fisici, Jaumann conservava l'idea di Mach e tentava di costruire una teoria della materia distribuita con continuità. Poiché aveva un gran talento naturale ed una grande immaginativa, egli si considerava un genio trascurato e aveva perciò una eccessiva vanità e sensibilità. Einstein, d'altra parte, era più influenzato dallo spirito che dalla lettera dell'insegnamento di Mach. Abbiamo già visto che, nel suo lavoro sui moti browniani, Einstein non seguiva Mach nell'escludere gli atomi.

Poiché il regolamento richiede che i nomi dei proposti candidati siano messi in lista in base ai titoli presentati, Einstein, le cui pubblicazioni negli anni 1905 e 1910 avevano già fatto una forte impressione nel mondo scientifico, fu messo per primo e Jaumann per secondo. Il Ministero della Educazione non amava pertanto nominare gli stranieri e preferiva gli austriaci. Ma il Ministero non aveva tenuto conto della vanità e sensibilità di Jaumann. Egli disse: « Se Einstein è stato proposto per primo poiché si crede che abbia a suo credito opere più grandi, io non voglio avere nulla a che fare con una Università che ricerca le novità e non apprezza il vero merito ». In seguito al rifiuto di Jaumann, il governo superò la sua avversione per gli stranieri e offrì la cattedra ad Einstein. Questi aveva qualche riluttanza ad andare in un paese straniero, e sua moglie non desiderava lasciare Zurigo; ma tuttavia egli finì per accettare. Uno dei fattori decisivi fu la circostanza che per la prima volta in vita sua egli avrebbe avuto una cattedra come titolare con uno stipen-

dio adeguato. Vi era però una particolare difficoltà da superare per accettare l'incarico. L'ottuagenario Imperatore Francesco Giuseppe era dell'opinione che solamente un uomo appartenente ad una Chiesa riconosciuta potesse essere insegnante all'Università e si rifiutava di confermare l'incarico a chiunque non si assoggettasse a questa norma. Gli amici di Einstein all'Università, che avevano proposto il suo incarico, lo informarono di questa circostanza. Dal giorno in cui aveva lasciato il ginnasio a Monaco, Einstein non era più stato membro ufficiale di alcuna comunità religiosa, ma allo scopo di evitare questa difficoltà, egli dichiarò che professava la religione ebraica, alla quale aveva appartenuto da ragazzo. Non ebbe da sottoporsi ad alcuna cerimonia formale, ma nel questionario che dovette riempire egli scrisse che la sua religione era « mosaica » come appunto era chiamato in Austria il credo ebraico.

Quando Einstein arrivò a Praga aveva più l'aria di un virtuoso italiano, che di un professore tedesco, e per di più aveva una moglie slava. Era certamente diverso dalla media dei professori dell'Università tedesca.

Poiché era stato preceduto dalla reputazione di essere non un fisico ordinario, ma un genio straordinario, tutti erano curiosi di conoscerlo.

A Praga vi era l'uso che un membro della facoltà, appena arrivato, dovesse far visita a tutti i suoi colleghi. Nella sua cortesia Einstein era pronto ad accettare il consiglio degli amici e fece le visite necessarie che ammontavano a circa quaranta. Decise allora di approfittare di questa opportunità per visitare i vari quartieri della antica e romantica città di Praga. E così cominciò a fare le visite secondo l'ubicazione delle case. Tutti coloro che facevano la sua conoscenza personale erano immediatamente compiaciuti della sua naturalezza, del

suo riso cordiale e dello sguardo amichevole e qualche volta sognatore dei suoi occhi. Ma Einstein cominciò presto a trovare queste visite piuttosto noiose. Gli sembrò una perdita di tempo conversare di luoghi comuni e improvvisamente cessò le sue visite. I professori a cui non fece visita furono stupiti ed offesi della trascuratezza. Alcuni cominciavano a considerarlo orgoglioso e capriccioso, mentre la vera spiegazione era che questi colleghi vivevano in zone della città che non interessavano Einstein, o che i loro nomi erano troppo in fondo nell'elenco di facoltà.

L'avversione ad ogni formalità e ad ogni cerimonia fu sempre un tratto importante del carattere di Einstein. Si volgeva in particolare contro le cerimonie che fossero in qualche maniera deprimenti. Einstein ebbe sempre una intesa antipatia ad andare ai funerali e una volta durante un funerale egli disse al suo assistente che gli camminava al fianco: « Andare ai funerali è una cosa che si fa per compiacere alla gente che sta attorno. In sé è senza senso. Non mi sembra diverso dallo zelo con cui ci si pulisce le scarpe ogni giorno, proprio perché nessuno abbia a dire che portiamo le scarpe sporche ».

Durante tutta la sua vita Einstein ha sempre conservato questo atteggiamento di ribellione contro gli usi della vita borghese.

3. - *I colleghi di Praga*

L'Università di Praga è la più vecchia Università dell'Europa centrale. Nella seconda metà del secolo decimonono, vi furono professori tedeschi e cechi, che facevano lezione nelle loro lingue rispettive; ma poiché i dissidi politici creavano sempre maggiori difficoltà, il Governo austriaco decise nel 1888 di dividere l'Università in due parti, creando così una Università

ceca ed una tedesca. E' forse un caso storico interessante il fatto che il primo Rettore dell'Università tedesca in cui Einstein fu nominato fosse stato Ernst Mach.

Al tempo dell'arrivo di Einstein le due Università erano completamente separate e non vi erano rapporti fra i professori dei due istituti. Persino i professori della stessa materia non avevano contatti personali, e accadde che due professori di chimica di Praga si incontrassero per la prima volta al Congresso internazionale di Chicago.

Fra i professori tedeschi vi era anche un gruppo che propagandava l' idea della « razza superiore » e si scandalizzava di ogni rapporto con la « razza inferiore ». La maggior parte dei professori tedeschi avevano troppo scarso interesse politico, o erano troppo timidi per opporsi alla volontà potente di questo gruppo ed entrare in rapporto coi cechi.

Ciò non di meno, l'atteggiamento generale di superiorità e di ostilità contro i cechi era evidente nella conversazione fra i professori tedeschi e le loro famiglie. Si narravano aneddoti comici su come i cechi si comportavano in società. La situazione può essere descritta dai seguenti esempi.

Durante un censimento della popolazione, disposto dal Governo, un professore di scienze politiche mandò una lettera circolare ai membri dell'Università pregandoli di denunziare i loro inservienti come tedeschi anche se erano cechi. Egli ragionava come segue: i servi devono parlare soltanto ai loro padroni; poiché questi sono tedeschi, la lingua di tutti i servi deve essere il tedesco.

Un altro professore, passeggiando un giorno con un collega, vide l'insegna di una casa che sembrava stesse per cadere sul marciapiede. « Non importa nulla —

egli disse — dato che è molto probabile che quando cadrà colpirà un ceco ».

Uno degli aspetti notevoli e spesso comici di questa ostilità era che per quanto riguardava la razza e le origini non esisteva la minima differenza fra i tedeschi e i cechi di Praga. Il fatto di appartenere ad una nazionalità era spesso questione di gusto personale e di opportunità per guadagnarsi da vivere.

Anton Lampa, il collega più vicino a Einstein, era figlio di un ceco. Ma come spesso capita fra i cechi, il figlio si era fatto la sua strada, spinto dall' ambizione e dal grande desiderio di sapere e di imparare. Sebbene suo padre fosse ceco, egli aveva frequentato scuole tedesche e lavorava in un istituto appartenente ai tedeschi. Egli parlava il ceco ed il tedesco con la stessa facilità, e, dopo il diploma ginnasiale, si era trovato di fronte al problema di decidere se andare all'Università tedesca o a quella ceca. Egli scelse la prima e diventò più tardi studente di Ernst Mach. Ciò non di meno, malgrado la sua origine, Lampa era ostile ai cechi come gli altri tedeschi. Egli era uno di coloro che si rifiutavano di comprare le cartoline postali se la parola « cartolina postale » era stampata in entrambe le lingue e domandava una cartolina su cui fosse scritto soltanto in tedesco. Se l'impiegato postale era ceco, spesso rispondeva che queste cartoline erano già state vendute tutte; allora il professore replicava che era dovere dell'impiegato tenere cartoline con la sola scritta tedesca, e così ne nasceva un litigio.

In circostanze simili era difficile, anche per un tedesco che disapprovasse questo atteggiamento ostile, entrare in rapporti coi cechi. Questi erano molto sospettosi e sensibili e si sentivano offesi da ogni parola, anche se detta senza malanimo. Essi sospettavano tutti di volerli umiliare e disprezzare, perciò non era facile an-

che per un tedesco bene intenzionato mantenere amichevoli relazioni con i cechi. Non può sorprendere quindi il fatto che Einstein venisse di rado a contatto con essi. Egli disapprovava l'atteggiamento dei suoi colleghi e non ascoltava i loro aneddoti sprezzanti, ma non divenne intimo di alcun ceco. Gli studenti cechi però assistevano alle sue lezioni ed eseguivano ricerche scientifiche sotto la sua direzione, il che era di per sé un caso raro nell'Università tedesca.

Fra i suoi colleghi Einstein si sentì attratto in modo particolare verso un matematico di nome Georg Pick. Era di circa venti anni più anziano di Einstein ed era una personalità eccezionale, sia come uomo che come scienziato. Pick era soprattutto una mente creativa nelle ricerche matematiche. In articoli molto concisi, egli pubblicò con grande precisione idee fondamentali, che furono più tardi sviluppate da altri come rami indipendenti della matematica. Ciò non di meno, egli non ebbe mai il riconoscimento scientifico che si meritava, poiché era di antenati ebrei ed aveva una natura poco portata ai compromessi. Egli si atteneva a ciò che considerava giusto, e non faceva concessioni di alcuna sorta. Dopo il suo ritiro all'età di più di 80 anni, morì in un campo di sterminio nazista.

Da giovane Pick era stato assistente di Ernst Mach, quando questi era professore di fisica sperimentale a Praga.

Einstein amava sentire da Pick i ricordi su Mach, e Pick era particolarmente compiaciuto di rammentare frasi di Mach che potevano essere interpretate come un preannuncio delle teorie di Einstein. Pick era anche un bravo violinista e tramite suo Einstein fece la conoscenza di un gruppo di persone appassionate di musica e fu invitato a partecipare a serate di musica da camera. In seguito Einstein conservò l'abitudine delle serate

di quartetto. Einstein e Pick si incontravano quasi tutti i giorni e discutevano assieme molti problemi. Durante le lunghe passeggiate Einstein confidava a Pick le difficoltà matematiche che incontrava nei suoi tentativi di generalizzare la teoria della relatività. Già a quel tempo Pick suggerì che lo strumento matematico appropriato per gli ulteriori sviluppi delle idee di Einstein fosse il calcolo differenziale assoluto dei matematici italiani Ricci e Levi-Civita.

L' assistente più vicino a Einstein a quel tempo era un giovane chiamato Nohel. Egli era figlio di un piccolo agricoltore ebreo di un villaggio boemo, e da ragazzo aveva camminato dietro all'aratro (come si suol dire). Egli aveva l' equilibrio tranquillo del contadino, più che la personalità nervosa che spesso si trova fra gli ebrei. Egli raccontò ad Einstein una quantità di cose sulla condizione degli ebrei in Boemia, e la loro conversazione fece nascere in Einstein l'interesse per le relazioni fra gli ebrei ed il mondo che li circondava. Nohel gli parlò dei contadini e dei mercanti che nella attività di tutti i giorni usavano la lingua ceca. Al sabato però parlavano solo tedesco. Per loro questa lingua, così vicina allo *yiddish,* sostituiva l'ebraico, che da molto tempo era stato dimenticato come lingua viva di tutti i giorni.

Un altro collega con cui Einstein entrò in intimità era Moritz Winternitz, professore di sanscrito. Egli aveva cinque bambini a cui Einstein si affezionò molto, e una volta osservò: « Mi interessa vedere come si comportano un così gran numero di prodotti usciti dalla stessa fabbrica ». Il professore Winternitz aveva una cognata che spesso accompagnava Einstein al piano mentre egli suonava il violino. Era una signorina piuttosto anziana la cui vita era trascorsa dando lezioni di piano e che in tal modo aveva acquistato un certo tono

dittatoriale. Essa soleva parlare ad Einstein come se s rivolgesse ad un allievo, ed Einstein spesso osservava: « Ella è molto severa con me »; oppure: « Ella è come un sergente ».

Quando Einstein lasciò Praga, dovette prometterle di raccomandare come suo successore alla cattedra di fisica teorica soltanto qualcuno che potesse anche sostituirlo come violinista per suonare con lei. Quando io andai a Praga a sostituire Einstein e le fui presentato, essa immediatamente pretese che io mantenessi la promessa e suonassi il violino. Con dispiacere dovetti dirle di non aver mai avuto un violino per le mani in tutta la mia vita: « Se è così — essa disse — Einstein mi ha ingannata ».

4. - *Gli ebrei a Praga*

La nomina di professore a Praga portò Einstein a diventare membro della comunità religiosa ebraica. Sebbene questa condizione fosse solamente formale e poco importante a quel tempo, fu in questo periodo della sua vita che forse per la prima volta dall'infanzia egli si rese conto dei problemi della comunità ebraica.

La situazione degli ebrei a Praga era assai particolare sotto molti rapporti. Più della metà degli abitanti di Praga di lingua tedesca erano ebrei, di modo che la loro percentuale fra i tedeschi, che costituiva solo il cinque per cento della popolazione totale, era molto forte. Poiché la vita culturale dei tedeschi era quasi completamente separata da quella della maggioranza ceca, con teatri, concerti, lezioni, balli tedeschi, non sorprendeva che tutte queste organizzazioni e attività fossero sotto patronato ebraico. Conseguentemente per la gran massa della popolazione ceca, un ebreo e un tedesco erano approssimativamente la stessa cosa. Al tempo in cui Ein-

stein venne a Praga, la prima guerra mondiale si stava appena preparando e i cechi sentivano che stavano per essere coinvolti dal governo in una guerra contro i loro stessi interessi, ma nell'interesse degli odiati tedeschi. Essi guardavano ogni tedesco ed ogni ebreo come un rappresentante di una potenza ostile, che si era stabilito nella loro città come un osservatore ed un informatore contro i cechi nemici dell'Austria. Non vi è dubbio che vi era qualche ebreo che, imitando gli altri tedeschi, qualche volta si adattava al ruolo di poliziotto e di strumento di oppressione. Ma la maggior parte della popolazione ebraica era disgustata da ciò. D'altra parte i rapporti fra gli ebrei e gli altri tedeschi avevano già cominciato ad assumere un carattere problematico. In un primo tempo la minoranza tedesca cercò di farsi amici gli ebrei come alleati contro i cechi ostili; ma queste buone relazioni stavano per cessare al tempo in cui Einstein venne a Praga. Quando le teorie e le tendenze razziali, che più tardi furono conosciute come il dogma nazista, erano ancora quasi sconosciute nella stessa Germania, fra tedeschi e sudeti avevano già assunto una certa importanza. Perciò per i tedeschi a Praga si era creata una situazione in certo qual modo paradossale. Essi cercavano di vivere in buoni rapporti con gli ebrei per averli alleati contro i cechi. Ma volevano anche essere considerati come veri tedeschi dai sudeti e perciò manifestavano ostilità contro gli ebrei. Questa strana situazione era resa particolarmente evidente dal fatto che gli ebrei ed i loro peggiori nemici si incontravano negli stessi caffè ed avevano una comune cerchia sociale.

A quel tempo a Praga vi era già un gruppo ebraico che voleva svolgere una vita intellettuale indipendente. Essi non desideravano che gli ebrei prendessero parte alla lotta fra tedeschi ed i cechi nazionalisti. Questo gruppo era fortemente influenzato dalle idee semi-mi-

stiche del filosofo ebreo Martin Buber. Essi erano sionisti, ma in quel periodo non prestavano molta attenzione alla politica pratica, e si dedicavano principalmente all'arte, alla letteratura ed alla filosofia.

Einstein fu introdotto in questo gruppo, fece la conoscenza di Franz Kafka, e divenne amico in particolar modo di Hugo Bergmann e Max Brod.

Hugo Bergmann era allora un impiegato della biblioteca universitaria. Era un giovanotto biondo, con una personalità gentile, intelligente ed energica. Egli era il centro di un gruppo giovanile di Praga, che tentava di creare una vita culturale ebraica, non basata sul giudaismo ortodosso, che accostava il mondo non ebraico con simpatia e comprensione, e non con ostilità od irritazione cieca. Bergmann basava le sue teorie non soltanto su autori ebrei, ma anche su filosofi tedeschi come Fichte, che predicava il culto dello spirito nazionale. Comunque, anche un sionista tanto intelligente ed ardente come Bergmann non riuscì a destare l'interesse di Einstein per il sionismo a quel tempo. Egli era ancora troppo occupato da problemi cosmici, ed i problemi di nazionalità e delle relazioni degli ebrei col resto del mondo gli sembravano questioni solo di minima importanza. Per lui queste tensioni erano solo l'espressione della stupidità umana, caratteristica che è, in complesso, naturale nell'uomo e che non può essere sradicata. Egli non si rese conto che più tardi queste difficoltà avrebbero assunto proporzioni mondiali.

A quel tempo Max Brod era un giovane scrittore di multiforme tendenza e talento. Egli era anche molto interessato a problemi storici e filosofici, e nei suoi romanzi, caratterizzati da un'analisi chiara piuttosto realistica dei processi psicologici, descriveva la vita dei cechi e degli altri abitanti di Praga e della Boemia.

In uno dei suoi romanzi, *La redenzione di Tycho*

Brahe egli descrive gli ultimi anni del grande astronomo danese Tycho Brahe, che morì a Praga. Argomento principale del romanzo è l'antitesi fra il carattere di Tycho e quello del giovane astronomo Keplero, che il primo aveva invitato a collaborare per avere un aiutante che unisse le sue giovani idee creative senza pregiudizi alla grande esperienza e potenza di osservazione di Tycho. Si disse spesso a Praga che Brod avesse descritto il suo Keplero sotto l'impressione della personalità di Einstein. Sia che Brod ne fosse consapevole o no, certo è che la figura di Keplero è ritratta così vivamente che i lettori, a cui Einstein era noto, lo riconoscevano in Keplero. Quando il famoso chimico tedesco W. Nernst lesse questo romanzo, disse ad Einstein: « Questo Keplero sei tu ».

5. - *La personalità di Einstein ritratta in un romanzo.*

Ritengo opportuno citare alcuni brani in cui Brod descrive il suo Keplero e nei quali possiamo trovare forse certi aspetti della personalità di Einstein.

Le parole di un poeta possono essere più efficaci della descrizione di uno scienziato.

La natura calma e quieta di Keplero spesso faceva sorgere un senso di disagio nel passionale Tycho. I sentimenti di Tycho, descritti da Brod, sono molto simili all'atteggiamento dei colleghi scienziati verso Einstein:

« Così l'uragano imperversava nello spirito di Tycho. Egli si sforzava di mantenere i suoi sentimenti verso Keplero liberi da impurità... In realtà egli non invidiava a Keplero i suoi successi. La maniera chiara e degna, e conveniente sotto tutti gli aspetti, con cui Keplero aveva acquistato la fama, qualche volta suscitava in lui un sentimento che confinava con l'invidia. Ma in generale Keplero ora gli ispirava un senso di venerazione. La

tranquillità con cui si applicava al suo lavoro, ed ignorava completamente il brusio degli adulatori, era per Tycho quasi sovrumana. Vi era qualcosa di incomprensibile in questa sua assenza di emozioni, come spirasse da una lontana regione glaciale... Egli ricordava quella ballata popolare in cui il Landsknecht ha venduto il suo cuore al diavolo, e ne ha ricevuto in cambio una corazza a prova di proiettili. Di tal sorta era Keplero. Egli non aveva cuore e perciò non aveva nulla da temere dal mondo. Non era capace di emozioni o di amore. E per questa ragione era anche al sicuro dalle aberrazioni dei sentimenti. « Ma io devo amare ed errare — sospirava Tycho. — Io devo essere scagliato qua e là in questo inferno, mentre contemplo lui che spazia al di sopra, puro e felice, su fredde nubi di limpido azzurro. Un angelo senza macchia? Ma lo è davvero? O non è egli forse atroce in questa sua mancanza di sentimenti? ».

Questa apparenza di pura felicità che l'osservatore superficiale era incline ad attribuire ad Einstein è certamente un'illusione. Tycho, che, come si sa, fu l'inventore di un sistema cosmico, che rappresenta una specie di compromesso fra il vecchio sistema tolemaico ed il nuovo sistema copernicano, era molto ansioso di sentire le opinioni di Keplero sul suo sistema. Egli spesso sospettava che in cuor suo Keplero fosse favorevole a Copernico e alle sue teorie radicalmente nuove. Keplero, tuttavia, evitava di esprimere qualunque opinione decisa su questo argomento davanti a Tycho. Egli discuteva soltanto problemi astronomici concreti con lui, e non teorie generali. Tycho comprendeva che questa era una evasione, e insisteva perché parlasse del suo argomento. Keplero, infine, gli rispose: « Ho poco da dire... sono tuttora indeciso; non posso arrivare ad una decisione. Non credo che le nostre risorse tecniche e le nostre esperienze siano ancora così progredite da permetterci di

dare una risposta definitiva su questo argomento ». Vi fu una pausa durante la quale Keplero sedeva completamente assorto, con un sorriso di beatitudine sul viso. Ma Tycho un po' irritato lo interruppe: « E ti soddisfa, Keplero, questo stato di cose? Intendo dire questa incertezza riguardo il punto più importante della nostra arte? Non ti toglie il respiro qualche volta questa mancanza di decisione? Questa impazienza non ti toglie ogni felicità? ».

« Io non sono felice, — rispose Keplero semplicemente — non sono mai stato felice ».

« Tu non sei felice? — Tycho lo guardò con occhi sbarrati. — Ma cosa ti manca allora? Cosa vuoi di più? Cosa vuoi oltre ciò che ti è già stato concesso? Oh, come devi essere immodesto, se non ti riconosci felice, tu che sei il più felice fra gli uomini! Devo allora dirtelo proprio io per la prima volta? Non senti che tu, lo dirò in un' unica parola, che tu sei sulla via giusta, sull'unica via giusta?... No, io non intendo il successo esteriore, l'applauso che ti circonda, che ti è stato accordato. Ma internamente, internamente, mio Keplero, devo proprio dirtelo io? Internamente, nel cuore della nostra scienza, tu sei sulla via giusta, sulla via benedetta da Dio; e questo è il più nobile, il più felice destino che un mortale può incontrare ».

« No, io non sono felice, io non sono mai stato felice — ripeté Keplero con opaca ostinazione. E poi aggiunse con dolcezza: — E non desidero essere felice ».

Tycho era al suo ultimo espediente,... ma per quanto si sforzasse di rappresentarsi Keplero come un uomo furbo e calcolatore, un intrigante, gli era perfettamente chiaro che tutto ciò non si accordava in alcun modo con la realtà, e che Keplero era esattamente l'opposto di un intrigante; non perseguiva mai uno scopo definito ed in realtà trascurava tutto ciò che si trovava fuori dai limiti

della sua scienza in una specie di sogno. Non si accorgeva neppure che era felice. La sua mente era così assorta che egli non notava neppure che... Non era responsabile di ciò che faceva... Con tutta la sua felicità, che un altro uomo avrebbe dovuto acquistare a costo di infinite sofferenze da parte della sua coscienza, Keplero era puro e senza colpa; e questa sua assenza di colpa era la corona della sua felicità; e questa sua felicità (e con ciò si chiudeva il cerchio) neppure per un momento gravava su di lui, non essendone egli consapevole...

Egli in realtà non si accorgeva neppure della sua fortuna. Sedeva al tavolo davanti a Tycho e mentre Tycho era sbattuto di qua e di là dai suoi pensieri, egli col busto dritto e rigido, nell'atteggiamento di uno il cui sguardo è fisso in distanza, in completa calma e compostezza, senza notare nulla dell'inquietudine di Tycho, come al solito, continuava a far calcoli.

In altra occasione Keplero e Tycho discutendo di nuovo l'argomento, sostenendo o contraddicendo ora il sistema copernicano, ora il sistema tychiano, prestarono più attenzione di prima ai fatti osservabili ed alle conclusioni logiche, che potevano essere tratte. Brod descrive l'atteggiamento dei due uomini come segue:

« Tycho cominciò a disperarsi, non trovando motivo di decidersi per una delle parti. Keplero, d'altro canto, sembrava trovare piacere e forza proprio in questa incertezza. Più oscura e più difficile era la decisione, più si sentiva la voglia di scherzare, quest'uomo che, ordinariamente, era così severo. Il suo intero essere messo a confronto con la natura, misterioso indovinello di sfinge, si espandeva, egli afferrava senza difficoltà l'oggetto, gioiosamente assalendolo da ogni lato, e pareva che quasi lo penetrasse. La sua voce prese addirittura un tono insolito, un timbro gioioso di basso, esclamando in risposta ad una caustica osservazione di Tycho: « Ebbe-

ne, forse le leggi della natura vanno d'accordo solo occasionalmente ».

Un'altra discussione si svolse fra Tycho e Keplero sulla questione se gli scienziati adottando un'ipotesi devono tenere conto delle credenze e delle opinioni dei governanti:

« Tycho si alzò, respirando affannosamente: « Infine il sistema di Copernico risulta senza prove, e poiché è contrario alla Bibbia, e poiché io devo senza necessità contrastare la Maestà cattolica del mio Imperatore, non ho ragione di adottarlo ».

« Questo è andar troppo oltre — osservò Keplero sempre sorridendo — cattolica, o no, l'ipotesi sola si deve considerare qui, non il favore dell'Imperatore... ».

Tycho rispose con ardore sentendo che il principio fondamentale della sua vita stava per essere attaccato.

« Ma senza il favore dei Principi e dei ricchi, non possiamo costruire apparecchi costosi, e il vero rimarrà non scoperto... In tal modo i Principi aiutano noi e il vero; perciò è dovere nostro il rispettarli, ed assecondarli nei loro gusti ».

« E' proprio quello che io contesto — gridò Keplero concitatamente — dobbiamo aver rispetto solo per il vero e per niente altro... ».

« Per niente altro? Quando io ti ho già dimostrato che uno può servire il vero soltanto servendo i Principi? E' evidente che è più piacevole e più semplice seguire il tuo modo, mio caro Keplero; tu non ti curi di nulla andando per la tua via santa, e non ti volti né a sinistra né a destra. Ma ti sembra forse meno santo smentirsi per il bene del vero? ».

« Sii astuto come il serpente e senza malizia come la colomba — così parlò lo stesso Nostro Signore Gesù ai suoi discepoli, — tu non sei serpente, non ti smentisci, né ti pieghi mai. In tal modo tu in realtà non servi il

vero, ma te stesso; ovverosia la tua propria purezza ed inviolabilità. Ma io non considero soltanto me stesso, io considero anche le mie relazioni con quelli fra cui devo vivere, nella determinazione di servire il vero con l'aiuto della destrezza e con ogni astuzia... Io penso che sia una migliore imitazione di Cristo lavorare fra gli uomini, anche se è necessario assoggettarsi alla protezione ed al favore di un Principe, piuttosto che passare la propria vita sognando in estasi e dimenticando così ogni fatica e fastidio ».

6. - *Einstein come professore*

Fu Einstein un buon insegnante? Gli piaceva la sua professione? Opinioni molto differenti al riguardo si possono sentire da coloro che furono suoi studenti o suoi colleghi.

Egli aveva due caratteristiche fondamentali che lo rendevano un buon insegnante. La prima era il suo desiderio di essere utile ed amico alla maggior parte dei suoi consimili, specialmente a quelli del suo ambiente. La seconda era il suo senso artistico, che lo obbligava non solo a pensare chiaramente e logicamente le sue idee scientifiche, ma anche a formularle in modo che dessero a lui, e a chiunque lo ascoltasse, un piacere estetico. Ciò significa che egli amava comunicare agli altri le sue idee.

D'altra parte, in opposizione a queste qualità, era quel lato che fu sempre così caratteristico di Einstein.

Io ho già menzionato la sua avversione ad entrare in rapporti di intimità con altra gente, lato questo che ha reso sempre Einstein una persona solitaria, fra i suoi studenti, i suoi colleghi, i suoi amici e la sua famiglia. A questo va aggiunta l'assenza della normale ambizione accademica. Per molti professori il riflesso della loro personalità in tanti giovani, che ripeto-

no tutto ciò che dice l' insegnante, offre una specie di moltiplicazione della loro personalità. Questa caratteristica umana, che può sembrare ad alcuni una dolcezza, è anche un bene nella professione di insegnante. Ciò porta spesso ad una dedizione al proprio compito da parte del maestro, che appare quasi una abnegazione altruistica. Anche se, in ultima analisi, non è che un desiderio di esprimere se stessi, l'insegnante deve sacrificare gran parte della sua personalità. Deve spendere buona parte della sua vita al servizio degli studenti. Einstein non aveva questa vanità, e la sua personalità non aveva bisogno di moltiplicarsi e di conseguenza non era disposto a sacrificare tanto per questo. Per tale ragione i suoi rapporti cogli studenti presentavano pure questo duplice aspetto, ma in modo molto speciale. Ciò appare chiaro dal suo modo di far lezione. Quando Einstein aveva pensato ad un problema, riteneva necessario formularlo in varie maniere, e presentarlo in modo che risultasse comprensibile a gente abituata a differenti modi di pensare e di varia coltura.

Egli amava formulare le sue idee per i matematici, per i fisici sperimentali, per i filosofi, ed anche per gente senza grande addestramento scientifico, qualora fossero portati a pensare in modo indipendente. Amava anche parlare di argomenti di fisica non riguardanti direttamente le sue scoperte, qualora trovasse un metodo per rendere questi argomenti più comprensibili.

In base a questi dati, si potrebbe pensare che Einstein dovesse per forza essere un buon insegnante. Ed in realtà egli lo era. Quando era interessato ad un argomento per qualche ragione scientifica, storica, o metodologica, poteva fare lezione in modo tale da incantare i suoi ascoltatori. Il fascino delle sue lezioni era dovuto alla sua straordinaria naturalezza, alla cura che metteva nell'evitare ogni effetto retorico, ogni esagerazione,

formalità ed affettazione. Cercava di ridurre ogni argomento alla sua forma logica più semplice, e poi di presentarlo in maniera artistica e psicologica in modo che avesse a perdere ogni aspetto pedantesco, e cercava di renderlo plastico mediante figurazioni appropriate ed immediate. A queste qualità egli aggiungeva un certo senso umoristico, qualche scherzo bonario che non offendeva nessuno, ed un certo umore lieto misto ad atteggiamento di meraviglia, come quello che ha un bambino per i suoi regali di Natale appena ricevuti.

Ciò non di meno gli riusciva piuttosto pesante dare lezioni sistematiche. Per fare ciò occorre che la materia di un intero corso sia così bene organizzata e disposta, che possa essere presentata in maniera interessante durante tutto l'anno. Ciò richiede che chi fa lezione si debba interessare ad ogni singolo problema quanto Einstein si interessava ai problemi su cui era concentrata tutta la sua energia. L'insegnante deve dedicarsi completamente alla materia che tratta, e perciò gli è molto difficile trovare il tempo per dedicarsi alle proprie ricerche. Ogni attività creativa richiede molta riflessione e concentrazione, che un osservatore superficiale considererebbe un inutile spreco di tempo. Vi sono degli insegnanti, specialmente nelle Università tedesche, che hanno organizzato il loro tempo in maniera così precisa che possono preparare le loro lezioni sino al minimo particolare e inoltre trovare il tempo per le loro proprie ricerche. Ma in conseguenza di ciò sono tanto occupati che non hanno posto per l'imprevisto, per un'idea non direttamente collegata con la scienza e con la professione di insegnante, per la riflessione, o per la conversazione con una visita inattesa. Essi diventano aridi, ogni qualità, creativa o immaginativa che essi possono avere, viene utilizzata nelle ricerche scientifiche e nell'insegnamento. Nei rapporti giornalieri, essi spesso sono paragonabili ad un limone

spremuto e non sono capaci di dire nulla di interessante in compagnia. Questi scienziati non sono rari, se ne trovano anche fra quelli di valore, sebbene però siano rari fra gli uomini veramente creatori.

Einstein fu sempre l'opposto di questo tipo. Egli non amava ripetere nozioni per gli studenti, ma preferiva riferire soprattutto su quanto lo interessava e riguardava.

Per questa ragione egli trattava specialmente la materia che lo interessava in quel momento. D'altronde aveva un temperamento troppo artistico per risolvere la difficoltà di dare un corso di lezioni su una vasta materia mediante il semplice metodo di ricorrere ad un buon testo. Gli era anche impossibile accumulare tanta energia intellettuale per le sue lezioni da improntarle tutte del suo spirito. Di conseguenza le sue lezioni erano spesso disuguali. Non fu un brillante insegnante, capace di mantenere alle sue lezioni lo stesso livello di interesse per un anno intiero. Le sue conferenze davanti a società scientifiche, congressi e uditorii più vasti, però, erano sempre improntate ad un alto grado di vitalità e lasciavano impressione durevole in ogni ascoltatore.

7. - *Generalizzazione della teoria particolare della relatività*

A Zurigo e a Praga Einstein lavorò alla soluzione di problemi che erano sorti dalla sua teoria della relatività (Berna 1905). Secondo il principio newtoniano di relatività, la velocità di un laboratorio non può essere determinata da osservazioni sul moto di oggetti entro di esso.

Einstein nel 1905 generalizzò questo principio, per includervi i fenomeni ottici, in modo che né le osservazioni fatte su oggetti materiali, né quelle fatte sui raggi di luce, danno la possibilità di determinare la velocità

del laboratorio. Tutto ciò, però, è vero soltanto se il moto avviene lungo una linea retta e con una velocità costante. Ma, secondo la teoria di Einstein così sviluppata, mediante esperimenti eseguiti nel laboratorio L, si può determinare se questo si muove con velocità variabile relativamente ad un sistema inerziale F. Sarebbe perciò possibile acquistare qualche nozione circa il moto complessivo del laboratorio mediante esperienze eseguite in L. Mentre la velocità stessa non può essere determinata, si possono trovare i cambiamenti di velocità e di direzione (accelerazione).

Einstein considerava tale situazione molto insoddisfacente. Come correzione a questa situazione Ernst Mach aveva proposto di stabilire che da osservazioni fatte in L non si possa determinare l'accelerazione relativa ad un sistema inerziale immaginario, ma solo quella relativa alle stelle fisse. Perciò gli eventi in L sarebbero influenzati da corpi fisici reali, le stelle fisse. Il suggerimento di Mach, comunque, era rimasto allo stato di programma. Non era mai stato sviluppato in una teoria fisica, che permettesse di calcolare in particolare quali conseguenze osservabili risultano dall'influenza delle stelle fisse su eventi osservabili entro L.

Lo scopo di Einstein era appunto di riempire questa lacuna.

Egli prese come suo punto di partenza la seguente domanda: cosa asserisce la fisica newtoniana circa la possibilità di apprendere, da esperimenti eseguiti nel laboratorio L, se questa stanza subisce complessivamente una variazione di velocità relativamente ad un sistema inerziale? Noi abbiamo già visto che, se L è un sistema inerziale, le due leggi newtoniane del moto, la legge di inerzia e la legge della forza, sono valide relativamente ad esso. Sulla base della esperienza quotidiana, possiamo egualmente vedere con la massima facilità, che queste

leggi non sussistono più per L se esso è accelerato relativamente ad un sistema inerziale. Per esempio sia L un vagone ferroviario in moto. Se la legge di inerzia è valida per L, ciò significa che se io sto in piedi nel vagone, posso restare in piedi per qualsiasi durata del tempo nello stesso posto relativamente al vagone, senza esercitare alcuna forza. L'esperienza ci insegna, comunque, che ciò è vero soltanto fino a che il vagone si muove lungo una linea retta a velocità costante. Quando il vagone si ferma bruscamente, io cadrei se non esercitassi uno sforzo speciale per restare in piedi. La stessa cosa avviene quando il vagone aumenta improvvisamente la sua velocità o imbocca una curva. Fin tanto che persista il cambiamento di velocità, io devo esercitare uno sforzo per rimanere in piedi. Quando la velocità ridiventa costante, io posso stare in piedi senza alcuno sforzo. Ciò mostra che la forza che io devo esercitare per rimanere in piedi mi permette di riconoscere se il mio vagone L è o non è un sistema inerziale. Inoltre, anche questa rudimentalissima esperienza mi mostra che quanto più bruscamente si ferma il vagone, tanto più grande è la forza richiesta. Parlando più generalmente, più grande è l'accelerazione, più grande è la forza richiesta.

Mediante queste riflessioni semplicissime, possiamo facilmente sviluppare un metodo per determinare l'accelerazione *(a)* di un laboratorio L, osservando il moto degli oggetti relativo alle pareti di L. Consideriamo ad esempio, un piccolo carrello, sul pavimento di L, libero di muoversi in ogni direzione. Sin tanto che il laboratorio si muove in linea retta con velocità uniforme, il carrello starà fermo in L, ma se il laboratorio cambia improvvisamente la sua velocità, il carrello si muoverà rispetto alle pareti di L, come se avesse ricevuto una scossa. L'accelerazione (a_0) del carrello, dovuta a questo rinculo come si osserva in L, sarà eguale ad a in grandezza,

ma nella direzione opposta. Infatti il carrello, se considerato rispetto al sistema inerziale F (nel quale L ha l'accelerazione a), è un corpo libero non sollecitato da alcuna forza; e perciò per la legge di inerzia, il suo moto è in linea retta con velocità costante. D'altra parte, l'accelerazione del carrello, considerata relativamente ad F, è uguale alla somma dell'accelerazione (a_0) del carrello rispetto ad L e dell'accelerazione (a) del laboratorio L rispetto ad F. Perciò, siccome l'accelerazione risultante deve essere zero, abbiamo $a_0 + a = 0$. Da cui consegue $a_0 = - a$ come si era detto prima. Così l'osservazione dell'accelerazione a_0 del carrello in L, prodotta dal moto di L, rende possibile calcolare l'accelerazione a del laboratorio L, rispetto al sistema inerziale.

Nella considerazione precedente, il carrello era inizialmente fermo nel laboratorio, ma ciò non è necessario, ed infatti sarebbe anche più semplice considerare il caso in cui questo si muovesse in linea retta con velocità costante in L.

Allora quando avviene il rinculo, il carrello sarà in generale scostato dal suo itinerario rettilineo, e si muoverà lungo una curva. Dall'osservazione della forma di questa curva, possiamo determinare l'accelerazione del laboratorio.

Inoltre non occorre che l'accelerazione del laboratorio sia limitata ad aumentare o diminuire la sua velocità senza cambiarne la direzione. Il laboratorio può rotare attorno ad un asse qualsiasi. Questo caso è familiare a chiunque si trovi su una giostra o su un vagone ferroviario che imbocca una curva. Come avviene un rinculo nel caso precedente in direzione opposta dell'accelerazione di L, così nel secondo caso in L si verifica un impulso diretto ad allontanare dall'asse di rotazione. Questa accelerazione è nota ai fisici come « accelerazione centrifuga » ed è completamente analoga al rinculo che si

determina quando il veicolo comincia a muoversi o a fermarsi.

In meccanica elementare, questa situazione sarebbe descritta come segue: il moto di un corpo, relativo ad un laboratorio che viene accelerato o fatto ruotare, non può essere calcolato semplicemente in base all'effetto delle forze di gravità o delle forze elettriche che in esso agiscono. Si verificano anche delle accelerazioni dovute al rinculo ed alle forze centrifughe, e queste devono essere considerate. Si dice spesso che queste accelerazioni sono dovute alla comparsa in tali circostanze di « forze inerziali ». Esse sono chiamate così perché derivano dall'inerzia delle masse relativamente ad un sistema inerziale.

Con la generalizzazione einsteiniana del principio newtoniano di relatività, che include i fenomeni ottici, sarebbe possibile usare raggi di luce in luogo di oggetti materiali (come un carrello) per determinare l'accelerazione del laboratorio.

Se un fascio di luce è disposto in modo che i raggi siano paralleli al pavimento del laboratorio qualora questo non sia accelerato, quando questo sarà accelerato i raggi non saranno più in linea retta paralleli al pavimento, ma saranno inflessi. L'osservazione sulla grandezza di queste inflessioni permetterà di calcolare la accelerazione del laboratorio.

In tal modo si vede che in accordo con la meccanica del secolo decimonono, e con le teorie einsteiniane della luce e del moto, enunciate nel 1905, l'accelerazione di un laboratorio L, relativamente ad un sistema inerziale F, ha influenza misurabile sui fenomeni fisici in L, anche se non è possibile stabilire sotto quali condizioni osservabili il sistema F sia inerziale. Ma in tal caso la parte che ha il sistema inerziale non è altro che quella dello « spazio assoluto di Newton ».

8. - *Influenza della gravità sulla propagazione della luce*

Lo scopo di Einstein era di eliminare lo « spazio assoluto » dalla fisica. Questo non sembrava un compito facile, in considerazione del fatto che fenomeni così chiaramente percepibili, come il rinculo e le forze centrifughe in un vagone ferroviario, non potevano essere spiegate se non come effetto dello spazio assoluto. La teoria di Einstein della relatività del 1905 si limitava ai moti in linea retta e con velocità costante e non aveva fatto nulla in questo senso. Una nuova idea che portasse a cambiamenti anche più profondi doveva essere introdotta in fisica. Come spesso capita, la difficoltà fu superata riconoscendo che essa era collegata ad un altro problema che non era ancora stato risolto. Quando si osserva il moto di un carrello o la deflessione dei raggi di luce in un laboratorio, l'accelerazione realmente osservata può essere dovuta ad una causa diversa dall'accelerazione dello stesso laboratorio. Essa può esser dovuta a forze reali che agiscono sul carrello o sul raggio di luce e che, in accordo alla legge newtoniana della forza, conferiscono una accelerazione. Come possiamo noi distinguere gli effetti che derivano da queste cause completamente differenti? Per forze che derivano da esseri umani o da qualche dispositivo meccanico, la distinzione può essere fatta in questo modo: consideriamo due carrelli di massa diseguale anziché uno solo. Se la stessa forza agisce su entrambi, poiché la legge newtoniana della forza stabilisce che il cambiamento della quantità di moto (momento) — cioè il cambiamento del prodotto della massa per la velocità — è uguale alla forza applicata, il carrello più leggero subirà una accelerazione più grande di quello più pesante. Viceversa se le accelerazioni sono dovute a forze inerziali, esse saranno en-

trambe eguali. Perciò vi è questa differenza: le accelerazioni dovute a forze reali (come spinta o trazione) dipendono dalla massa dell'oggetto mosso; mentre le accelerazioni dovute al rinculo od alle forze centrifughe sono indipendenti dalle masse.

Einstein, però, fece notare che vi è un tipo di forza « reale » che conferisce la stessa accelerazione a tutti i corpi. Questa è la forza di gravità.

Sin dal tempo di Galileo si sapeva che, a parte gli effetti dell' attrito dell' aria, tutti i corpi cadono con la stessa accelerazione qualunque sia la loro massa. Newton non considerò questo in contradizione in alcun modo con le sue leggi del moto. Egli ha posto semplicemente nella sua legge di gravitazione universale, che la forza di gravità, che viene esercitata su di un corpo, è proporzionale alla sua massa. La forza di gravità esercitata su di un corpo sulla superficie della terra è il suo peso nella terminologia usuale. Se indichiamo questo col simbolo W, la legge newtoniana può esser espressa matematicamente così $W = M g$, dove M è la massa dell'oggetto e g è una costante per un determinato punto della terra. Ora, la legge di Newton della forza stabilisce che questa forza $M g$ è uguale alla rapidità della variazione del momento, (al rapporto fra la variazione del momento ed il tempo in cui essa viene), che non è altro che la massa moltiplicata per l'accelerazione $M a$. Così $M g = M a$, così le masse si eliminano e rimane $a = g$. L'accelerazione dovuta alla gravità è indipendente dalle masse, ed ha lo stesso valore *(g)* per tutti i corpi, il che non è altro che il risultato di Galileo.

Einstein comprese che questo carattere speciale della forza di gravità rendeva impossibile determinare l'accelerazione con cui si muove un laboratorio relativamente ad un sistema inerziale. Quando osserviamo in un laboratorio un carrello che compie un moto accelerato, non

abbiamo la possibilità di decidere se questo sia dovuto all'accelerazione del sistema laboratorio complessivamente, o all'attrazione gravitazionale causata da corpi la cui presenza ci può essere ignota. In questa breccia Einstein penetrò con la sua acuta e logica analisi, e pose le basi della ricostruzione della meccanica. Come nella sua pubblicazione precedente del 1905, egli collegò di nuovo il moto dei corpi alla propagazione della luce e nel 1911 pubblicò un articolo intitolato « *Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes* » (L'influenza della gravità sulla propagazione della luce).

Einstein partì dalla seguente considerazione: in un laboratorio L, che possa muoversi in su ed in giù come un ascensore, siano compiute delle esperienze per osservare il moto degli oggetti relativamente ad esso. Se il laboratorio è sostenuto da qualche mezzo come un cavo, in modo che sia fermo rispetto alla terra, qualunque oggetto B cade verso il basso con l'accelerazione di gravità, non importa quale sia la sua massa, o di cosa sia fatta. Se però il laboratorio è lasciato cadere liberamente secondo l'azione della gravità, allora nessun oggetto B avrà alcuna accelerazione rispetto al laboratorio. Tutto si comporterà come se non vi fossero forze di gravità. Osservando il moto relativo ad L non si potrà decidere se L è un sistema inerziale con un campo di gravità, oppure se non vi sono forze di gravità, ma il laboratorio L cade liberamente. Per esprimere il risultato più generalmente: non è possibile distinguere, mediante esperimenti meccanici eseguiti in un laboratorio, l'accelerazione causata da forze inerziali e quella causata da forze gravitazionali.

Per Einstein questa conclusione era analoga all'asserzione di Newton, secondo la quale in nessun caso può la velocità di un moto rettilineo uniforme di un laboratorio rispetto ad un sistema inerziale essere determinata

mediante esperimenti eseguiti dentro al laboratorio stesso. Nel 1905 Einstein ha generalizzato questo principio per includervi gli esperimenti ottici. Egli avanzò l'ipotesi che fosse impossibile, anche mediante osservazioni sui raggi di luce, determinare se un laboratorio è un sistema accelerato, oppure se è fermo o in moto uniforme e soggetto ad un campo gravitazionale. Einstein chiamò questo « il principio dell'equivalenza delle forze gravitazionali e delle forze inerziali » o più brevemente il *principio d'equivalenza*.

In base a questo principio, Einstein poté predire nuovi fenomeni ottici, che potevano essere osservati e quindi dare una prova sperimentale alla validità di questa teoria. Secondo l'ordinaria fisica newtoniana, la gravità non ha nessun effetto sul percorso di un raggio di luce, ma secondo il principio di equivalenza le forze gravitazionali possono essere sostituite da un moto accelerato. Il secondo, però, come fu detto nei paragrafi precedenti, ha certamente un effetto su un raggio di luce. Un raggio parallelo al movimento di un laboratorio non accelerato. non è più parallelo quando il sistema viene accelerato. Da ciò Einstein concluse che il tragitto di un raggio di luce è incurvato in un campo gravitazionale. La grandezza della curvatura risultò essere minima a causa dell'enorme velocità della luce, e perciò nessun esperimento terrestre era eseguibile; ma Einstein suggerì che l'effetto poteva essere osservabile sulla luce che giunge a noi dalle stelle fisse e passa vicino alla superficie del sole. In questo caso la forza di gravità non è uniforme con la stessa grandezza e la stessa direzione dovunque, ma irradia dal centro del sole, con una forza che diminuisce in grandezza man mano che aumenta la distanza dalla superficie. Einstein concluse che vi doveva essere una deviazione della direzione dei raggi di luce nel senso di piegarli verso il sole. Poiché però nessuna stella è visi-

bile vicino al sole in condizioni ordinarie in causa della luce abbagliante del sole, Einstein nel suo articolo suggerì che : « Poiché le stelle fisse in quella parte del cielo vicino al sole diventano visibili durante un'eclisse totale, è possibile verificare con l'esperienza questa conclusione teorica ».

Assumendo che la forza di gravità avesse il valore dato da Newton, Einstein dimostrò, mediante calcoli molto semplici basati sul suo principio di equivalenza, che un raggio di luce proveniente da una stella fissa e sfiorante l'orlo del sole dovrebbe essere deviato dal suo percorso rettilineo di 0,83 secondi. Perciò se si fotografano le stelle fisse vicino al sole durante un'eclisse totale, e si paragona la loro posizione con le stelle che non sono vicino al sole, si devono notare delle variazioni nella loro posizione. Poiché i raggi di luce sono piegati verso il sole, le stelle devono apparire allontanate da esso, l'entità dell'allontanamento dipende della vicinanza dei raggi al sole mentre gli passano vicino. Einstein concluse il suo articolo con queste parole:

« Sarebbe straordinariamente interessante che gli astronomi si interessassero del problema qui presentato, anche se le considerazioni sviluppate sull'argomento possono sembrare poco fondate ed anche bizzarre ».

Non importa ciò che si può pensare delle ipotesi di Einstein; egli ha suggerito una conferma sperimentale definita della sua teoria. Poiché le eclissi solari totali non sono molto frequenti e sono osservabili soltanto da zone molto ristrette della terra, gli astronomi furono stimolati ad intraprendere viaggi interessanti ed avventurosi. Occorsero comunque tre anni, sino al 1914, per trovare sufficienti appoggi e denaro per inviare una spedizione equipaggiata per compiere questa osservazione. Ma non appena questa prima spedizione lasciò la Germania

per andare in Russia, scoppiò la prima guerra mondiale e i membri della spedizione furono fatti prigionieri dai russi, e fu loro impedito di fare l'osservazione.

9. - *Partenza da Praga*

Mentre era professore a Praga, Einstein non solo fondò la sua nuova teoria della gravitazione, ma anche sviluppò ulteriormente la teoria dei quanti di luce che aveva iniziato mentre era a Berna. La sua ipotesi, che un quanto di luce violetta possedesse più energia di un quanto di luce rossa, sembrava essere in accordo con i dati sperimentali della azione chimica della luce. Ad ogni fotografo è noto il fatto che l'azione della luce violetta è molto più forte di quella della luce rossa sulla lastra fotografica. Einstein partì dalla semplice ipotesi, che si riferiva strettamente alla sua teoria dei fotoni di luce, che la decomposizione chimica della molecola avvenisse soltanto con l'assorbimento di un singolo quanto di luce. Nel suo articolo pubblicato nel 1912 col titolo « *Ueber die thermodynamische Begründrung des photochemischen Aequivalenzgesetzes* » (Sui fondamenti termodinamici della legge dell'equivalenza fotochimica) egli dimostrò che l'ipotesi era in accordo anche coi principii generali della termodinamica.

In questo periodo, però, Einstein cominciò ad essere perplesso sui paradossi che sorgevano dalla natura duale della luce: il carattere ondulatorio esemplificato dai fenomeni di interferenza e di diffrazione, ed il carattere corpuscolare mostrato dall'azione fotoelettrica e dall'azione chimica. Il suo stato d'animo circa questo problema può esser descritto da questo episodio.

Lo studio di Einstein all'Università guardava su di un parco con belle aiuole e piante ombrose. Egli notò che al mattino vi erano soltanto donne a passeggiare e uo-

mini al pomeriggio, e che alcuni passeggiavano soli immersi in profonde meditazioni ed altri si riunivano a gruppi ed impegnavano veementi discussioni. Avendo chiesto cos'era questo strano giardino, egli apprese che il parco apparteneva al manicomio della provincia di Boemia. Coloro che vi passeggiavano erano gli internati di questo istituto, malati non pericolosi, che non dovevano essere isolati. Quando andai per la prima volta a Praga, Einstein mi mostrò questo spettacolo, mi spiegò cos'era, e disse scherzosamente: « Quelli sono i matti che non si occupano della teoria dei quanti ».

Poco dopo il suo arrivo a Praga, Einstein ricevette l'offerta della cattedra di fisica teorica al Politecnico di Zurigo, la scuola in cui si era laureato. Il Politecnico appartiene alla Confederazione Svizzera ed è un istituto più grande e più importante dell'Università di Zurigo, dove Einstein insegnò per la prima volta e che è mantenuta dal Cantone di Zurigo.

Einstein era in dubbio se tornare o no a Zurigo, ma sua moglie prese la decisione. Essa non si era mai sentita a suo agio a Praga ed era affezionata a Zurigo che era diventata la sua patria ideale, mentre era studentessa colà. Einstein informò l'Università di Praga che l'avrebbe lasciata alla fine del semestre estivo del 1912. Ma con la sua abituale indifferenza per ogni formalità ufficiale, non mandò alle autorità amministrative il documento che deve essere riempito quando uno si dimette dal servizio dello Stato austriaco. Il Ministero della Educazione a Vienna non ricevette la richiesta che doveva essere inoltrata in tal caso. Ci si può ben immaginare come l'impiegato incaricato dovesse essere seccato di non poter chiudere l'incartamento di Einstein secondo i regolamenti. Per molti anni la pratica del « caso Einstein » rimase incompleta in una casella. Qualche anno più tardi, quando Einstein andò a Vienna per una conferenza, un amico

gli disse che l'impiegato al Ministero era ancora rattristato per la lacuna negli incartamenti. Einstein data la sua bonarietà non voleva rendere nessuno infelice. Fece una visita al Ministero, fece le sue scuse all'impiegato e riempì il dovuto modulo. Il casellario perdette la sua onta.

L'improvvisa partenza da Praga diede origine a molte dicerie. Un articolo nel più grande giornale tedesco di Praga asseriva che a causa della sua fama e del suo genio, Einstein era perseguitato dai suoi colleghi e costretto a lasciare la città. Altri asserivano che a causa della sua origine ebrea era stato trattato male dalle autorità amministrative di Vienna e che perciò non aveva voluto rimanere a Praga più a lungo. Einstein rimase molto stupito di tutte queste chiacchiere, dato che la sua permanenza a Praga era stata molto piacevole, ed egli aveva avuto un'impressione favorevole del carattere austriaco. Poiché non desiderava creare fastidi a nessuno, egli scrisse una lettera al capo dell' amministrazione dell'Università austriaca a Vienna. Prima di assumere il mio incarico a Praga, io feci una visita a questa persona. Egli era un polacco e mi abbracciò secondo il costume polacco, come se io fossi stato un intimo amico. Nel corso della conversazione mi parlò della lettera di Einstein e mi disse con grande entusiasmo: « Ho ricevuto una lettera bellissima dal signor Einstein, una lettera come non si è abituati a riceverne da un professore delle nostre Università. Io ricordo spesso questa lettera. Mi dà una grande soddisfazione particolarmente per il fatto che tante accuse erano state rivolte al nostro governo sul conto di Einstein ».

Per me la partenza di Einstein da Praga è collegata ad una storia piuttosto umoristica, che voglio riferire, perché si allaccia agli episodi storici del nostro tempo.

Come ogni professore austriaco, Einstein si dovette

fare un'uniforme. Sembrava l'uniforme di un ufficiale di marina e consisteva in un tricorno ornato di piume, una giacca e pantaloni decorati di larghe strisce d'oro, un soprabito molto caldo di stoffa spessa e nera ed una spada. Si richiedeva ad un professore austriaco di indossare questa uniforme soltanto quando prestava il giuramento di fedeltà prima di assumere l'incarico, oppure quando aveva un'udienza con l'Imperatore d'Austria. Einstein l'indossò soltanto una volta per la prima occasione. Poiché l' uniforme era piuttosto cara ed egli non sapeva che farsene dopo la sua partenza, io la comprai per metà del prezzo originale. Ma prima che Einstein me la desse, suo figlio, che aveva allora forse otto anni, gli disse: « Papà, prima che tu dia via l'uniforme devi metterla e portarmi a fare una passeggiata per le strade di Zurigo ». Einstein promise di farlo dicendo: « Non m' importa, al massimo mi piglieranno per un ammiraglio brasiliano ».

Anch' io l' indossai una sola volta, quando prestai giuramento di fedeltà, poi la tenni in un baule molto tempo. Se anni dopo, la monarchia austriaca sparì, e la Repubblica cecoslovacca fu instaurata a Praga. Il giuramento di fedeltà all' Imperatore fu sostituito dal giuramento di fedeltà alla Repubblica, ed i professori non ebbero più uniforme. L'uniforme rimase soltanto un ricordo di Francesco Giuseppe e di Einstein. Subito dopo la rivoluzione russa, quando un gran numero di rifugiati, molti dei quali erano ufficiali, vennero a Praga, mia moglie mi disse: « Perché un così buon cappotto dovrebbe restare inutilizzato mentre molti stanno gelando? Io conosco un ex-comandante in capo dell'armata cosacca, che non può comprarsi un cappotto da inverno. Il cappotto di Einstein sembra quasi quello di un ufficiale di cavalleria d'alto grado. Piacerà al generale e lo terrà caldo ». Gli demmo il cappotto ma egli non si curò del suo glo-

rioso passato. Il resto dell'uniforme, compresa la spada, rimase nell' Università tedesca. Quando i nazisti invasero la Cecoslovacchia nel 1939, l'Università divenne un baluardo del nazismo nell'Est e la spada di Einstein divenne probabilmente bottino di un soldato nazista, simbolo della finale disfatta della « scienza internazionale ebraica », sino al 1945, quando l'Armata Rossa entrò a Praga.

V

EINSTEIN A BERLINO

1. - *Il Congresso di Solvay*

Alla fine del 1912 Einstein assunse l'incarico di professore a Zurigo. Egli era l'orgoglio dell'istituto dove una volta non aveva potuto superare l'esame di ammissione, dove aveva studiato e incontrato sua moglie, e dove, appena laureato, non aveva potuto ottenere neppure il minimo impiego.

Sin dal 1910, quando Lampa stava considerando la possibilità di affidare l'incarico ad Einstein a Praga e andava cercando un giudizio sulla sua capacità da parte di uno scienziato che fosse generalmente riconosciuto come un'autorità, Max Planck, il più importante fisico teorico, aveva scritto al Comitato di facoltà a Praga: « Se si proverà che la teoria di Einstein è esatta, come io credo, egli sarà considerato il Copernico del ventesimo secolo ».

Einstein cominciava già ad essere circondato da un alone di leggenda. I suoi lavori erano considerati come un punto cruciale in fisica, paragonabile alla rivoluzione iniziata da Copernico.

Nel 1911, quando si stava organizzando a Bruxelles un congresso di un piccolo numero dei fisici più famosi del mondo, non vi fu esitazione sul fatto d'invitare Einstein. La scelta dei partecipanti fu suggerita da Walter

Nernst, uno dei più importanti ricercatori nel campo della fisica e della chimica: fra gli altri vi erano Sir Ernest Rutherford dall'Inghilterra, Henry Poincaré e Paul Langevin dalla Francia, Max Planck e Walter Nernst dalla Germania, Madame Curie polacca che lavorava a Parigi, H. A. Lorentz dall'Olanda. Einstein rappresentava l'Austria insieme a Franz Hasenöhrl, il viennese, il cui nome, dopo la sua tragica morte, doveva essere legato in maniera particolare alla lotta contro Einstein. Questo convegno fu per Einstein la prima occasione di incontrare questi scienziati, le cui idee informavano le ricerche fisiche di quel periodo.

Le spese del convegno, che includevano quelle del viaggio sino a Bruxelles, quelle di permanenza e in aggiunta un premio di mille franchi ad ogni convenuto, furono sostenute da un ricco belga, di nome E. Solvay. Questi aveva avuto un gran successo nell' industria chimica, ma la sua mania era una teoria fisica del tipo meccanicistico ormai sorpassato. Sebbene questa portasse a molte complicazioni e non alla scoperta di nuove leggi, egli desiderava moltissimo attirare l'attenzione dei fisici sulla sua teoria ed apprendere le loro opinioni al riguardo. L'intelligente chimico Walter Nernst, che era in rapporto con lui, pensò che la mania di questo ricco potesse essere utilizzata a beneficio della scienza, soddisfacendo nel contempo il desiderio di Solvay. Gli propose di fare un convegno di tutti i fisici più importanti, affinché discutessero le attuali difficoltà della loro scienza: egli avrebbe potuto sottoporre ad essi le sue idee in questa occasione. Il convegno divenne noto come il Congresso Solvay.

Nel discorso di apertura, Solvay presentò un riassunto delle sue idee, i convenuti poi discussero i nuovi sviluppi della fisica. Infine nel discorso di chiusura Solvay ringraziò gli oratori per le loro interessanti discus-

sioni, sottolineando quanto piacere egli ne avesse tratto. Ciò non di meno, tutto quanto era stato detto non aveva scosso la sua fede nella sua teoria. Tutti gli oratori avevano evitato di fare qualsiasi critica alla sua teoria, per prevenire qualsiasi scrupolo di coscienza che potesse sorgere fra i loro sentimenti di gratitudine e di cortesia verso il loro ospite e le loro convinzioni scientifiche. Solvay era pieno di così sincero interessamento nei progressi della scienza, che in seguito radunò spesso questo convegno. In questi incontri Einstein ebbe sempre una parte importantissima. Solo un uomo come Nernst, pieno di interesse per la scienza e di senso pratico, poteva utilizzare l'opportunità che gli si offriva a beneficio del progresso nelle ricerche scientifiche.

Il mondo si meravigliava per il gran numero di nuove e stupefacenti idee e per la profondità con cui questi concetti, che Einstein aveva già prodotto nel 1912 dopo meno di dieci anni di lavoro, venivano presentati, sviluppati e sistemati.

Ma Einstein, da parte sua, pensava solo ai difetti e alle lacune della sua creazione. La sua teoria della gravitazione, che egli aveva già resa pubblica nel 1911 a Praga, si riferiva soltanto ad un caso molto speciale dell'effetto della gravità. Soltanto il caso, in cui la forza di gravità ha la stessa direzione ed intensità in tutto lo spazio considerato, era completamente chiaro; la teoria così sviluppata era incapace di fornire una soluzione completa per i casi in cui la forza di gravità ha differenti direzioni nei vari punti dello spazio.

Sino ad ora Einstein aveva risolto i suoi problemi con l'aiuto della matematica più semplice, ogni esagerazione nell'uso della matematica superiore aveva destato in lui il sospetto che questo non fosse dovuto ad alcun desiderio di chiarezza, ma che fosse fatto piuttosto per confondere il lettore. E' già stato detto che, già a Pra-

ga, Einstein si era reso conto che lo sviluppo di una teoria ancor più generale richiedeva metodi matematici più complicati di quelli che aveva a sua disposizione. Egli discusse questo argomento col suo collega Pick, che richiamò la sua attenzione sulle nuove teorie matematiche degli italiani Ricci e Levi-Civita.

A Zurigo Einstein trovò fra i suoi colleghi il vecchio amico Marcel Grossmann, e con lui studiò questi nuovi metodi matematici. In collaborazione con lui Einstein riuscì a preparare un abbozzo preliminare di una teoria generale della gravitazione, in cui era contenuto ogni caso della azione della forza di gravità. Quest'opera, pubblicata nel 1913, presentava ancora molti difetti che non furono eliminati sinché non fu pubblicata la teoria completa durante la Guerra Mondiale. Parleremo di ciò in particolare più avanti.

2. - *Viaggio a Vienna*

Alla fine del 1913, Einstein fu invitato a presentare un compendio delle sue nuove idee sulla teoria della gravitazione al Congresso degli scienziati e dei fisici tedeschi a Vienna. Egli era sempre considerato come un fenomeno straordinario fra i fisici, e si insinuava che avesse pensato una teoria generale della relatività ancora più incomprensibile della sua teoria speciale del 1905, ed ancor più discosta dalla fisica di laboratorio. Perciò un grande uditorio affollava la sala dove egli doveva parlare. Einstein, però, prese come suo punto di partenza le idee più ovvie e comprensibili e cercò passo passo di destare nei suoi ascoltatori la convinzione che fossero necessari cambiamenti radicali per cercare di spiegare chiaramente i difetti e le lacune delle teorie precedenti.

La sua spiegazione era approssimativamente come segue: in un primo momento, le ricerche sulla natura

dell'elettricità riguardavano solo le cariche elettriche. Le forze relative all'attrazione ed alla repulsione mutua di queste cariche erano note, ed era altresì noto che esse, come le forze gravitazionali newtoniane, diminuivano col quadrato della distanza fra le cariche. Più tardi furono scoperte le correnti elettriche, e si trovò che esse potevano esser generate dal movimento di magneti, come pure dal movimento di cariche elettriche. Ciò condusse all'applicazione industriale dell'elettricità. In fine furono scoperte le onde elettromagnetiche ed utilizzate nella telegrafia senza fili e nella radio. Nessuno si sarebbe immaginato che tutto questo sarebbe derivato dalla semplice attrazione delle cariche elettriche. Nella teoria della gravitazione noi siamo ancora in questo primo periodo in cui conosciamo soltanto leggi di attrazione fra i corpi materiali. Dobbiamo creare una teoria della gravitazione che si discosti dalla semplice teoria newtoniana di attrazione, come la teoria delle onde radio si discosta dai concetti di Benjamin Franklin. Nella sua conferenza Einstein fece menzione del fatto che prima del suo lavoro un giovane fisico viennese aveva già sviluppato alcune delle idee matematiche che egli aveva usato nella sua teoria. Chiese se costui si trovasse nell'uditorio, dato che non lo conosceva personalmente. Infatti un giovane si alzò ed Einstein lo pregò di rimanere in piedi in modo che tutto l'uditorio lo potesse vedere. Quest'uomo era Friedrich Kottler, più tardi impiegato della Eastman Kodak Company a Rochester nello Stato di New York.

Einstein colse l' occasione della sua permanenza a Vienna per fare la conoscenza personale del fisico e filosofo Ernst Mach, che aveva avuto una influenza così profonda sullo sviluppo delle sue idee.

All'Università di Vienna Mach aveva tenuto lezioni sulla storia e la teoria delle scienze « induttive », di scienze cioè, come la fisica e la chimica, che partono dalle

osservazioni individuali per arrivare alle leggi generali. Da più di dodici anni Mach soffriva di una grave paralisi e si era ritirato dalla professione. Egli viveva nel suo appartamento alla periferia di Vienna, e si occupava solo dei suoi studi, e riceveva visitatori occasionali. Entrando nella sua stanza si vedeva un uomo che aveva l'aspetto di un contadino slavo dalla barba grigia ed incolta, dall'espressione in parte bonaria e in parte furba. Egli diceva: « Per favore mi parli forte. Oltre alle mie altre spiacevoli caratteristiche io sono anche quasi completamente sordo ». Mach era molto desideroso d'incontrare il creatore della nuova teoria della relatività.

Sebbene Einstein ammirasse grandemente le idee di Mach sulla struttura logica della fisica, vi erano molte cose che non poteva accettare. Secondo il giudizio di Einstein, Mach non dava sufficiente importanza alla capacità creativa della mente dello scienziato che immagina le leggi generali, che stanno oltre la descrizione puramente economica dei fatti. L'opinione di Mach, secondo cui le leggi generali della scienza sono soltanto mezzi per cui i fatti individuali sono più facilmente ricordabili, non sembrava soddisfacente ad Einstein. Per lui la frase « ricordare più facilmente » poteva in questo caso apparentemente significare soltanto « ricordare con minor sforzo ». L'economia di Mach sembrava essere un economia in senso psicologico.

Perciò, dopo aver conversato un po' con Mach, Einstein sollevò la seguente questione: « Supponiamo che, presupponendo l'esistenza degli atomi in un gas, fossimo capaci di prevedere una proprietà osservabile di questo gas, che non potrebbe esser prevista sulla base della teoria non atomica. Accetterebbe lei questa ipotesi anche se i calcoli delle sue conseguenze richiedessero un computo molto complicato, comprensibile soltanto con grande difficoltà? Intendo, naturalmente, che da questa ipo-

tesi si possa dedurre la interrelazione di molte proprietà osservabili, che altrimenti rimarrebbero non collegate. E' perciò « economico » presupporre l'esistenza degli atomi? ». Mach rispose: « Se con l'aiuto dell'ipotesi atomica si potesse stabilire una correlazione fra parecchie proprietà osservabili, che senza di ciò rimarrebbero isolate, allora direi che questa ipotesi sarebbe « economica » perché col suo aiuto si possono dedurre da un unico presupposto le relazioni fra le varie osservazioni. Ed io non avrei alcuna obbiezione da fare anche se i computi richiesti fossero complicati e difficili ».

Einstein fu molto soddisfatto di questa asserzione e rispose: « Con "semplice,, e "economica,, lei allora non intende una economia psicologica, ma piuttosto un'economia logica. Le proprietà osservabili dovrebbero essere derivate dal minor numero di presupposti possibile, anche se questi presupposti sembrano arbitrari ed il computo dei risultati possa essere difficile ».

Con l'economia interpretata in questo senso logico, non vi era più contrasto fra il punto di vista di Mach e quello di Einstein riguardo al criterio da seguire con una teoria fisica. Sebbene Mach avesse fatto questa concessione durante la conversazione, tuttavia Einstein vide sempre nei suoi scritti una richiesta di « economia psicologica ». Così al momento Einstein rimase soddisfatto, ma conservò sempre una certa avversione per la filosofia machiana.

3. - *Invito a Berlino*

La fama di Einstein era ormai diventata così grande che molti centri di ricerche scientifiche desideravano accaparrarselo. Da parecchi anni si cercava di sviluppare Berlino, non solo come centro del potere politico ed economico, ma anche come centro di attività artistica e

scientifica. L'Imperatore Guglielmo II, che amava la compagnia degli americani, aveva appreso da essi che negli Stati Uniti vi erano, oltre alle Università, istituti dedicati solamente alle ricerche, ai quali ricchi uomini d'affari, come Rockefeller, Carnegie e Guggenheim, donavano ingenti somme di denaro. Il Kaiser era consapevole del fatto che il potere militare ed economico richiedeva, come base, una organizzazione di ricerche scientifiche e voleva usare la sua influenza per fondare simili istituti di ricerche in Germania. Per i suoi scopi ciò era particolarmente importante nel campo della fisica, della chimica e delle loro applicazioni.

Per raggiungere questi scopi Guglielmo II fondò la Kaiser Wilhelm Gesellschaft, fra ricchi industriali, commercianti e banchieri, uniti per aiutare la creazione di istituti di ricerche. I membri ricevettero il titolo pomposo di « senatori » ed il diritto di indossare un bella toga, ed erano qualche volta invitati a pranzo dall'Imperatore, invito che costava ad essi ogni volta una gran quantità di danaro. Durante la conversazione in questi pranzi, l'Imperatore s'informava dell'ammontare delle spese necessarie ad un particolare campo di ricerche.

La costruzione di questi istituti aveva l'ulteriore vantaggio che gli scienziati, cui il governo non voleva dare incarichi di insegnamento nelle Università per ragioni pedagogiche, politiche od altre, potevano sempre essere impiegati in maniera utile per il Reich. Uomini di fama eccezionale erano scelti per questi istituti, e gli incarichi potevano essere affidati soltanto in base a successi scientifiici. Dato che il Kaiser non si interessava soltanto della fisica e della chimica, ma anche delle moderne ricerche bibliche, il primo presidente della Kaiser Wilhelm Gesellschaft fu il teologo liberale protestante Adolf Harnack. Egli fu indotto da Max Planck e Walter Nernst

a invitare a Berlino Albert Einstein, la stella sorgente della fisica.

Planck e Nernst, le persone più eminenti della fisica tedesca a quel tempo, dovevano avere una parte importante nella vita di Einstein. Essi rappresentavano due tipi molto differenti di scienziati tedeschi. Max Planck apparteneva ad una famiglia prussiana di ufficiali e funzionari. Era alto, snello, alpinista entusiasta, amante della musica classica. Come base egli accettava la filosofia della sua classe sociale; credeva nella missione del Kaiser di rendere il mondo felice con la sua concezione della cultura tedesca, ed il diritto della sua classe di fornire i capi della Germania e di escludere la gente di altre origini da queste funzioni. D'altra parte era un ardente seguace della filosofia kantiana, in quella forma diluita che era diventata la religione corrente dei circoli accademici e governativi tedeschi. Egli credeva con Kant al dovere di fare tutto ciò che « abbia la qualità per essere norma generale della condotta umana ». Egli credeva anche nella missione internazionale della scienza e nella cooperazione dei non tedeschi coi tedeschi nella ricerca scientifica. Ma poiché la sua prima reazione emotiva era quella di rispondere secondo la filosofia della burocrazia prussiana, era necessario un richiamo alla sua ragione per fargli riconoscere i diritti degli altri. Poiché era un uomo di coscienza ed un idealista, tale richiamo era in genere efficace.

D'altra parte, Walter Nernst, sebbene grande scienziato e studioso, mostrava la mentalità caratteristica di un membro della classe dei commercianti. Egli non aveva pregiudizi di nazionalità o di classe, ed era imbevuto di un genere di liberalismo, che è spesso caratteristico degli uomini d'affari. Era solerte, attivo, arguto, perspicace. Spesso usava la sua astuzia nella vita professionale, e i suoi studenti a volte lo chiamavano il « Kom-

merzienrat , titolo conferito in Germania agli uomini d'affari che avessero avuto dei successi. Si raccontava di lui che egli fosse il solo fisico che avesse firmato un contratto con una ditta industriale, in cui il vantaggio non fosse da parte della ditta. Questo contratto riguardava la sua invenzione di una lampada elettrica che fu un tempo molto nota come la lampada di Nernst. Egli guadagnò così molto denaro, ma la lampada cadde presto in disuso.

Planck e Nernst andarono personalmente a Zurigo per convincere Einstein del loro piano che era il seguente: non vi era ancora alcun istituto di ricerche per la fisica e non vi era speranza che un istituto simile dovesse esser fondato in futuro. Ciò non di meno Einstein avrebbe dovuto diventare il direttore dell'istituto che si stava progettando e nel frattempo egli avrebbe dovuto assistere, in qualità di consulente, alle ricerche fisiche che si eseguivano in altri istituti. Inoltre egli avrebbe dovuto diventare membro della Reale Accademia Prussiana delle Scienze. Esser membro di questo istituto era considerato un grande onore, e molti professori di prim'ordine dell'Università di Berlino non riuscirono mai ad ottenerlo. Sebbene l'appartenere all'Accademia fosse soltanto un titolo onorifico per la maggior parte dei membri, alcuni percepivano uno stipendio abbastanza lauto. Fu una simile posizione quella che venne offerta ad Einstein. Sia nell'Accademia, che nell'Istituto Kaiser Wilhelm, la sua principale occupazione doveva essere l'organizzazione delle ricerche. Egli doveva avere il titolo di professore all'Università di Berlino, ma essere libero da obblighi, eccetto quello di far lezioni quando lo desiderava. Egli non avrebbe avuto nulla da fare per l'amministrazione o per gli esami, né per la nomina dei nuovi professori.

Grandi vantaggi gli offriva questo invito. A parte

l'onore accademico, che l'Accademia prussiana gli conferiva, ciò significava che egli avrebbe ricevuto uno stipendio molto superiore a quello percepito a Zurigo. Sarebbe stato anche in condizione di dedicarsi completamente alle ricerche, e avrebbe avuto molte opportunità, come egli desiderava, di venire a contatto con i molti fisici, chimici e matematici di prim'ordine che erano a Berlino. Non ostante il suo ingegno fuor del comune, egli avrebbe potuto essere stimolato da nuove idee, poiché è sempre utile subire la critica di tanti scienziati capaci di idee proprie, e che lavorano in molti campi differenti. Oltre a ciò vi era il fatto che non sarebbe stato obbligato a dare lezioni regolari, cosa che egli considerava molto pesante.

D'altra parte era difficile per lui decidere di ritornare al centro di quella Germania da cui era fuggito da studente. Gli sembrava quasi un tradimento alle sue convinzioni, diventare membro di un gruppo con cui non andava d'accordo per tanti rispetti, semplicemente perché questo comportava una situazione utile. Vi era lotta fra la sua personalità di ricercatore scientifico, che poteva trar vantaggi dall'andare a Berlino, ed i suoi sentimenti come membro di un certo gruppo sociale. Vi era anche un fattore personale che determinò la decisione. Einstein a Berlino aveva uno zio, uomo d'affari abbastanza fortunato, la cui figlia Elsa era attualmente vedova. Einstein si ricordava che a Monaco sua cugina Elsa da ragazza gli aveva dato l'impressione di una persona gaia e simpatica. La prospettiva di poter godere della piacevole compagnia di questa cugina a Berlino gli rese più attraente la capitale prussiana e così Einstein decise di accettare l'offerta e alla fine del 1913 lasciò Zurigo.

4. - *La posizione di Einstein nella vita accademica di Berlino*

Poco dopo il suo arrivo a Berlino Einstein si divise da sua moglie Mileva, con la quale non era più in buoni rapporti per molti riguardi. Conduceva ora vita da scapolo. Aveva appena trentaquattro anni quando divenne membro dell'Accademia. Egli era un giovane fra uomini che in generale erano molto più anziani, uomini con passati famosi e grande autorità, molti dei quali avevano avuto anche notevoli successi. Il sentimento di essere un estraneo, che egli sentì da principio, derivava solo in piccola parte dalla differenza di età. Molti di questi uomini erano per così dire « veterani della vita universitaria ». Tutto ciò che accadeva nel loro ambiente sembrava loro molto importante, e l'elezione all'Accademia sembrava essere il culmine delle loro aspirazioni. Tutto ciò non impressionava Einstein che aveva già una fama mondiale, prima di essere diventato un grand'uomo in ambienti accademici più ristretti.

Quando Einstein era ancora a Zurigo, molto tempo prima dell'invito a Berlino, qualcuno notò in sua presenza: « E' un vero peccato che nessuno entri all'Accademia mentre è ancora giovane, quando ciò potrebbe ancora renderlo felice ».

« Se è per questo — soggiunse Einstein — potrei essere eletto all'Accademia immediatamente, ma ciò non mi renderebbe felice neppure ora ».

Anche in un'Accademia vi è pur sempre il lato comico. Einstein apprezzava questo lato come aveva apprezzato la commedia dei convegni di facoltà a Praga. I lati comici di questi enti non si possono evitare. Ciò è dovuto al fatto che anche i più grandi scienziati del mondo sono costretti ad occuparsi di questioni che sono spes-

so di ben scarso significato, ma che devono esser discusse con la stessa compunzione e serietà come se fossero questioni scientifiche di prima importanza. Si discuteva, ad esempio, con notevole acume e passione, se un'opera che doveva essere pubblicata dall'Accademia, potesse essere in due o tre volumi, se A dovesse ricevere cento marchi per un suo lavoro e B centoventi, o viceversa, e molte altre simili questioni. Inoltre, seguendo un'antica tradizione, gli articoli che dovevano essere stampati negli atti dell'Accademia occorreva fossero presentati sia pure sommariamente quando l'Accademia si riuniva. Poiché di solito questi articoli si riferivano ad argomenti molto speciali, essi erano completamente incomprensibili e privi di interesse per la maggior parte dei membri. Uno descriveva un muschio raro, trovato in una certa zona della Finlandia, un altro discuteva la soluzione di complicate equazioni matematiche, e un altro ancora decifrava un'iscrizione babilonese che si poteva leggere solo con grande difficoltà. Per essere educati si doveva mostrare un certo interessamento; in realtà i membri spesso dovevano fare degli sforzi per non addormentarsi durante la seduta. Tutto ciò era molto naturale, ma il contrasto fra lo zelo e lo scarso interesse non poteva che sembrare comico. Einstein era capace di apprezzare tutto ciò ed il suo senso umoristico gli rese più facile sopportare ciò che era spiacevole.

Il professor Ladenburg, un fisico tedesco che visse e lavorò per lungo tempo con Einstein a Berlino e che ora è alla Princeton University, una volta mi disse: « Vi erano due tipi di fisici a Berlino: da una parte vi era Einstein e dall'altra tutti gli altri ». Questa è un'ottima definizione della posizione di Einstein. Per tutte le apparenze esterne era membro di un gruppo professionale, ma non appartenne mai in realtà alla sua riga ed alla sua fila. Il suo isolamento era sempre evidente, di lui si

può dire con l'espressione dialettale: « Egli era una categoria per conto suo ».

L'atteggiamento contraddittorio di Einstein, nei rapporti con gli altri, ed il suo isolamento si manifestavano in modo particolare nella professione di insegnante. Egli espresse sovente l'opinione che uno scienziato avrebbe dovuto guadagnarsi da vivere facendo il ciabattino. Se è pagato per scoprire nuove teorie, pensa continuamente: « Le scoperte non possono essere fatte su ordinazione, e se non scopro nulla deludo chi mi paga e ricevo denaro per nulla ». Come tecnico, o come insegnante, egli fa sempre qualche cosa di utile e perciò ha la coscienza a posto. Sulle sue idee deve lavorare soltanto per proprio piacere. Ciò è forse un po' esagerato, perché la scienza pura ha anche essa un valore sociale. Ma sta di fatto che Einstein ha sempre avuto una avversione particolare per le ricerche pure intraprese come professione. In realtà, volle il destino ch'egli fosse sempre ciò che non voleva essere, un professionista della ricerca pura. Tale era la sua posizione a Berlino; più tardi a Princeton doveva avere una posizione analoga.

La contradizione nei rapporti fra Einstein ed il suo ambiente è palese anche nella sua avversione a dare lezioni regolari che includano l'intero campo della fisica. La maggior parte degli specialisti in fisica ed in altre scienze sono incapaci di assimilare nozioni piuttosto complesse che esulino dal loro ristretto campo. Per lo più essi sono portati ad esagerare enormemente l'importanza del loro argomento; considerano ogni pensiero dedicato ad altra materia come un tradimento alla ricerca pura ed una concessione al dilettantismo. Einstein è esattamente l'opposto di questo tipo. Si può esporgli la più complicata teoria fisica; egli ascolterà attentamente, e attraverso le sue domande mostrerà subito di aver afferrato l'essenza dell'argomento.

Farà quasi sempre un buon commento critico o una utile osservazione. Anche quando si sta discutendo la costruzione di qualche apparecchio, egli si interessa di ogni particolare ed interviene col suo consiglio.

Certamente Einstein non è un insegnante, se si considera questa parola nel senso corrente degli ambienti professionali. D'altra parte, proprio in accordo col suo duplice atteggiamento, come abbiamo notato in precedenza, egli si interessa più degli altri professori ad argomenti d'indole sociale, come ad esempio la funzione dell'insegnamento scientifico e della ricerca nella vita sociale. Ha sempre cercato di chiarire a se stesso ed agli altri la relazione reciproca che sussiste fra scienza, società, religione, cooperazione internazionale.

A Berlino, come in molte altre Università, vi era l'abitudine di tenere settimanalmente un colloquio di fisica in cui si discutevano le ricerche pubblicate di recente. Ciò dava ai fisici, che lavoravano in diversi campi, l'opportunità di scambiare opinioni ed idee su ogni nuova scoperta e teoria. Durante il periodo della permanenza di Einstein a Berlino, fra il 1923 ed il 1933 il seminario, come i fisici chiamano questo genere di colloqui, era un raduno molto interessante, come raramente ve ne sono in altre parti del mondo. Oltre ad Einstein, Planck e Nernst, vi intervenivano Max von Laue, colui che aveva scoperto la diffrazione dei raggi X mediante i cristalli; James Franck e Gustaf Hertz, che scoprirono la possibilità di produrre luce di determinato colore mediante l'urto di elettroni ad alte velocità; e Lise Meitner, una ragazza viennese, che aveva fatto scoperte tanto importanti nel campo dei fenomeni radioattivi, che Einstein soleva chiamarla « la nostra Madame Curie » ed in privato qualche volta esprimeva l'opinione che essa fosse dotata di ingegno maggiore di Madame Curie stessa. Durante gli ultimi anni di questo periodo, vi era pure

Erwin Schrödinger, un altro austriaco che derivò la teoria quantistica dell'atomo dalla teoria ondulatoria della materia.

La discussione con ricercatori così eccezionali era di grande importanza anche per un uomo della capacità creativa di Einstein. Questo gli evitava di dover leggere molti libri, cosa che altrimenti gli avrebbe portato via gran parte del suo tempo. Einstein assisteva ai colloqui regolarmente e prendeva parte alle discussioni. Gli piaceva interessarsi di ogni sorta di problemi, e le sue osservazioni ravvivavano il tono della conversazione. Persino le domande ch'egli rivolgeva erano sufficienti ad esercitare una influenza stimolante. In occasioni simili vi sono molti che si vergognano di far domande, perché non vogliono sembrare ignoranti, e normalmente proprio quelli che impiegano più tempo a capire le cose sono i più timidi. Poiché Einstein non avrebbe mai potuto essere sospettato di comprensione lenta, non esitava a far domande che altrimenti sarebbero state considerate ingenue. Queste domande ingenue sono però spesso molto stimolanti perché riguardano problemi fondamentali che nessuno in realtà osa toccare. Molti specialisti vorrebbero far credere di possedere una chiara comprensione delle nozioni basilari, e limitarsi a spiegare argomenti secondari. Le domande di Einstein, che spesso mettevano in dubbio principii che apparivano evidenti, davano al seminario una speciale attrattiva. Dopo la sua partenza da Berlino nel 1933, il colloquio prese l'aspetto di una adunanza da cui fosse partito l'ospite che la rendeva brillante.

5. - *Relazioni coi colleghi*

L'attitudine di Einstein alla sua professione di insegnante era collegata anche alle sue relazioni coi colleghi. Senza dubbio la prima impressione che egli produceva sui suoi colleghi era quella di una persona molto

piacevole. Era pieno di una cordialità semplice e naturale verso chiunque, senza tener conto della posizione dell'individuo. Era molto amichevole verso le persone di alto rango; aveva una tale sicurezza interiore, che non sentiva il bisogno di ostentare la propria indipendenza con modi bruschi. Non prese parte mai ad alcun intrigo, come capita spesso in ambienti chiusi professionali, comprese le facoltà universitarie. Non fu mai considerato pericoloso da nessuno, perché non tentò mai di ostacolare i desideri di alcuno. Amava fare scherzi e ridere degli scherzi altrui. Cercava sempre di evitare di mettersi in primo piano e di imporre la propria volontà agli altri. Ciò gli sarebbe stato facile se avesse approfittato della sua personalità e della sua fama, ma egli lo fece ben di rado, soltanto per difendersi contro richieste irragionevoli e mai in maniera offensiva.

Fece sempre in modo di mantenere un certo spazio libero attorno a sé, che lo proteggesse da ogni disturbo, uno spazio abbastanza grande per contenere un mondo costruito da una immaginazione artistica e scientifica. Vi erano anche certi aspetti del suo ambiente berlinese, sia di carattere nazionale che culturale, che determinavano in lui un senso di estraneità e di isolamento. Nel secolo decimottavo, sotto Federico il Grande, francesi come Voltaire e d'Alambert erano stati l'orgoglio dell'Accademia di Berlino. Ma dall'epoca di Bismarck e da quando gli intellettuali tedeschi si erano orientati verso il nazionalismo, si era andata sempre più accentuando una atmosfera di sottomissione volontaria o involontaria alla filosofia del nuovo Reich germanico, da prima sotto l'influenza di Bismarck e poi sotto quella di Guglielmo II. Questo orientamento proveniva anche dalla esaltazione della superiorità della nazione e della razza tedesca. Sebbene a quel tempo ciò non fosse ancora molto accentuato, tuttavia appariva già evidente ad Einstein. Ma ciò che più

lo infastidiva sin dal principio erano le maniere fredde e in certo modo meccaniche dei prussiani e di chi li imitava, che egli aveva tanto temuto da studente e che aveva fuggito.

Einstein espresse qualche volta il suo sentimento con queste parole:

« Questi individui biondi e freddi mi mettono a disagio; non hanno alcuna comprensione psicologica per gli altri. Ogni cosa deve essere loro spiegata molto esplicitamente ».

Per un uomo che proveniva da ambienti differenti e specialmente per un uomo come Einstein, con un forte senso di intuizione per ogni significato delle relazioni umane, la vita fra questa gente portava spesso a dei conflitti. Egli provava questo senso di estraneità persino nelle sue relazioni con Max Planck, che aveva tanto fatto per il suo riconoscimento come scienziato, che aveva appoggiato la sua elezione all'Accademia e che aveva un'alta opinione personale di lui. Einstein non poté mai superare l'impressione che i sentimenti e le idee di Planck fossero in realtà opposti ai suoi; sapeva che soltanto per via di ragionamento Planck parlava ed agiva in accordo con il modo di vedere e le intenzioni di Einstein. Egli sentì sempre l'esistenza di una barriera dietro la quale si nascondeva qualche cosa di ostile e dietro la quale perciò preferiva non guardare: ma la convinzione dell'esistenza di questa barriera produceva un senso di disagio, che, sebbene fosse sempre appena percepibile, non era mai completamente assente.

Quanto questa riservatezza prussiana e questo modo di pensare meccanico pesassero su Einstein apparve chiaramente quando venne a Berlino, come successore di Planck, l'austriaco Erwin Schrödinger. Non vi furono barriere; vi fu subito una comprensione immediata fra i due uomini, senza bisogno di spiegazioni, e un tacito

accordo sul modo col quale si sarebbero comportati l'uno verso l'altro, senza bisogno di ricorrere all'imperativo categorico di Kant.

L'atteggiamento solitario di Einstein nei circoli accademici era dovuto anche al fatto che egli non desiderava prendere parte alle questioni della vita quotidiana professionale; non era capace di considerarle seriamente. La vita quotidiana di uno studioso comporta spesso discussioni e preoccupazioni per la frequenza con cui i suoi scritti sono pubblicati, per le pubblicazioni dei colleghi, perché qualche collega ha citato qualche altro, o perché intenzionalmente o inavvertitamente ha mancato di citarlo. Vi sono discussioni sul merito individuale dei professori, sugli onori che essi hanno o non hanno ricevuto dalla loro o da altre Università, e sulle Accademie alle quali sono stati eletti.

Inoltre la discussione può riferirsi al numero di studenti ai quali il professore ha potuto fare avere lavoro, o ai quali ha impedito di ottenere lavoro, oppure all'influenza che ha sulle autorità superiori e capacità o meno di ottenere denaro per la sua facoltà da queste autorità.

Considerati in complesso, tutti questi problemi implicano grandi preoccupazioni e sforzi intellettuali a cui Einstein non partecipava quasi mai. Sarebbe molto ingiusto affermare che tutte queste conversazioni fossero senza valore per l'attività scientifica: al contrario esse hanno la loro giustificazione nella vita sociale; ciò non di meno, un interesse eccessivo per questi particolari può impedire di occuparsi dei veri problemi della scienza. Esso è forse compatibile con le ricerche in campi molto specializzati, ma è certamente un considerevole ostacolo per chi considera la scienza come una religione e una filosofia che influenzi la vita intera, come era il caso di Einstein. D'altra parte non si deve dimenticare che in conseguenza di questo suo disinteresse per i particolari insignificanti

della vita quotidiana della maggior parte dei professori, egli spesso ha trascurato occasioni per avere influenza su fatti concreti. Ogni gruppo sociale è costituito in modo che le cose insignificanti sono allacciate inestricabilmente con le cose essenziali, e perciò, manifestando avversione per le prime, si perde spesso la possibilità di esercitare un'influenza sulle questioni più importanti. Ma per Einstein un mezzo simile di esercitare la propria influenza era tanto sgradevole, che raramente si decideva a farne uso. Questa avversione alle conversazioni di poco interesse era più che compensata dalla volontà sempre pronta di discutere problemi scientifici e questioni di interesse generale con i suoi colleghi. Senza la minima traccia di ostentazione, egli si rivolgeva per consiglio anche a quelli più giovani di lui, quando erano più versati in particolari problemi. E tutto ciò avveniva senza la minima formalità.

Einstein badava sempre a non richiedere per sé alcuna considerazione speciale. In una occasione dovette fare visita a un membro dell'Accademia di Berlino. Egli non era molto entusiasta di queste visite formali: ma avendo sentito dire che il prof. Stumpf, noto psichiatra, si interessava dei problemi della percezione dello spazio, pensò che sarebbe stato possibile discutere con lui argomenti di interesse reciproco, che avessero qualche attinenza con la teoria della relatività, e decise di fare questa visita. Sperando di trovare il professore a casa, vi andò alle undici del mattino; la cameriera gli disse che Herr Geheimrat non era in casa, e gli chiese se desiderasse lasciare un messaggio. Einstein rispose che non era necessario: non voleva disturbare alcuno e sarebbe tornato più tardi. « Nel frattempo — soggiunse — farò una passeggiatina nel parco ». Alle due del pomeriggio Einstein tornò e la cameriera disse: « Dopo che siete stato qui, Herr Geheimrat venne a casa, fece colazione, e poiché io non gli dissi che sareste tornato, sta facendo il

sonno pomeridiano ». « Non importa — rispose Einstein — tornerò più tardi ». Andò a fare un'altra passeggiata e tornò alle quattro. Questa volta finalmente poté vedere il Geheimrat. « Vedete — disse Einstein alla cameriera — alla fine la pazienza e la perseveranza sono sempre compensate ».

Il Geheimrat e sua moglie furono molto lieti di vedere il famoso Einstein, e pensavano che egli volesse fare la sua visita di presentazione. Einstein invece cominciò immediatamente a parlare della sua nuova generalizzazione della teoria della relatività e spiegò in particolare la sua relazione con i problemi dello spazio. Il professore Stumpf, che era uno psichiatra senza nessuna nozione di matematica, comprese ben poco della discussione e raramente poté intervenire. Einstein, dopo aver parlato per circa quaranta minuti, si ricordò che in realtà egli doveva fare una visita di presentazione che era già durata troppo. E dicendo che ormai era troppo tardi, se ne andò.

Il professore e sua moglie erano ammutoliti, perché non avevano avuto l'occasione di fare le abituali domande: « Le piace Berlino? Come stanno sua moglie e i suoi bambini? » e così via.

6. - *Rapporti con gli studenti*

La principale attività di Einstein a Berlino consisteva nel conversare con i colleghi e gli studenti riguardo ai loro lavori, dando consigli sui loro programmi di ricerche. Non doveva fare un corso regolare e dava occasionalmente lezioni, sia nel suo campo specifico, che su argomenti di interesse generale.

Anche per i professori, la cui principale attività era quella di fare un corso regolare di lezioni, il guidare gli studenti nelle ricerche era considerato una parte importante del loro compito: era l'orgoglio degli insegnanti

delle Università tedesche avere il maggior numero possibile di ricerche scientifiche eseguite e pubblicate da studenti sotto la loro direzione. Perciò moltj studenti, che altrimenti non avrebbero mai prodotto in tutta la loro vita un lavoro per conto proprio, pubblicavano almeno una dissertazione quando prendevano la laurea. A questo scopo il professore doveva fornire l'argomento della ricerca anche a studenti privi d'ingegno e di idee personali, e indi assisterli sinché i loro studi fossero compiuti. In molti casi l'insegnante avrebbe compiuto le ricerche più rapidamente e meglio che se avesse lavorato da solo. Era perciò necessaria una buona dose di pazienza per sprecare tanto tempo con studenti incompetenti. D'altra parte molti professori non avevano essi stessi un grande ingegno: essi dividevano l'argomento su cui stavano lavorando in un gran numero di piccole parti e poi lasciavano ogni parte nelle mani di uno studente. Il compito dello studente in questi casi era relativamente facile, ed era eseguito con molta minuziosità per dare l'impressione che fosse una cosa importante. In tal modo si formava ciò che in Germania era noto come il « Betrieb », dove per fare effetto non veniva fatta alcuna distinzione fra le idee importanti e le banalità. Ogni cosa prodotta era un « contributo alla letteratura », che doveva essere citato da ogni successivo scrittore, se questi voleva essere considerato « scientifico ».

Una piacevole impressione di attività animava sia gli insegnanti che gli studenti. Essi si preoccupavano tanto di questa attività, che spesso venivano dimenticati quei problemi più vasti che gli studi parziali avrebbero dovuto chiarire. La produzione di dissertazioni e di articoli diventava fine a se stessa. Einstein non prese mai alcun interesse in questa specie di attività: soprattutto non amava intraprendere lavori facili e preferiva interessarsi soltanto dei problemi che si presentano natural-

mente quando si studiano le basi fondamentali dei fenomeni naturali.

Einstein osservò una volta, riguardo ad un ben noto fisico: « Mi sembra un uomo che vada cercando il punto più sottile di un asse e poi vi faccia più buchi che può! ». Egli stimava molto di più coloro che si occupavano di problemi difficili, anche se riuscivano a progredire di pochi passi in questi ginepraì, o anche se non riuscivano ad allargare la nostra conoscenza in alcun senso positivo, ma erano capaci soltanto di render chiara al mondo la grandezza delle difficoltà trattate. Con una simile concezione del lavoro scientifico, Einstein non era tipo da avere molti studenti sotto di sé. Qualunque cosa intraprendesse era sempre così difficile, che egli solo era capace di portarla avanti. Vi era pure una grande differenza fra l'atteggiamento di Einstein e quello dei suoi colleghi verso quelle questioni particolari e pseudo scientifiche su cui i professori di Università spesso vengono interpellati per posta dai dilettanti della scienza. Einstein era straordinariamente paziente nel rispondere ad essi, e sotto molti rapporti ciò era più facile per lui che per la maggior parte degli altri scienziati. Molti professori, anche di prim'ordine, sono così immersi nelle loro idee che è per essi difficile comprendere idee che escano da quelle tradizionali, o che siano semplicemente espresse in modo diverso da quello comunemente usato nei libri scientifici. Questa difficoltà si manifesta come disprezzo verso i dilettanti, ma è dovuta al fatto che i professori sono spesso incapaci di confutare le ingegnose obiezioni fatte dai dilettanti alle teorie scientifiche. Come risultato, essi danno l'impressione della incompetenza e della falsità della « scienza accademica ». Einstein d'altra parte pensava che sia il profano, che il professionista, potessero avere idee grandi.

Egli desiderava considerare tutte le obiezioni e non

aveva quella riluttanza che rende questo lavoro così difficile per gli altri; questo era di grande importanza nel suo caso, perché i profani si occupavano e discutevano spesso della teoria della relatività. Questi lati caratteristici della sua costituzione psicologica e della maniera con cui conduceva le ricerche scientifiche lo portavano ad un rapporto più stretto con gli studenti.

Ma non in abito da professore di Università. Il suo atteggiamento verso gli studenti era caratterizzato principalmente dalla benevolenza e dalla prontezza con cui li aiutava. Quando uno studente aveva un problema di cui s'interessasse realmente in modo profondo anche se era molto semplice, Einstein era pronto a dedicargli tutto il suo tempo libero per aiutarlo a risolverlo. Anche l'incredibile facilità con cui Einstein impostava una difficile riflessione scientifica, ed il suo talento straordinario per comprendere rapidamente e a fondo ciò che gli veniva detto, gli erano molto utili in queste consultazioni. Per conseguenza gli restava molto tempo disponibile, che egli prodigalmente metteva a disposizione dei suoi studenti.

Quando arrivai a Praga come suo successore, gli studenti di Einstein mi dissero con la più grande ammirazione e gioia che, non appena assunto il suo incarico di professore colà, egli aveva detto loro: « Potrò sempre ricevervi. Se avete un problema venite da me. Non mi disturberete mai, poiché io posso interrompere il mio lavoro in qualsiasi momento e riprenderlo immediatamente, non appena l'interruzione è finita ». Si dovrebbe paragonare questo atteggiamento con quello di molti professori che dicono ai loro studenti di essere sempre occupati nelle loro ricerche, e di non desiderare di essere disturbati perché qualsiasi interruzione può compromettere i risultati delle loro intense riflessioni. Come molte persone si vantano di non aver mai tempo, così Einstein si è sempre vantato di aver sempre tempo. Mi ricordo di una visita

che gli feci, durante la quale decidemmo di recarci insieme all'osservatorio di astrofisica di Potsdam. Ci mettemmo d'accordo d'incontrarci su un certo ponte di Potsdam, ma poiché io non ero pratico di Berlino, dissi di non poter promettere di arrivare al tempo fissato. « Non importa — disse Einstein — aspetterò sul ponte »; io gli feci notare che gli avrei fatto perdere troppo tempo, e la risposta fu: « No, il genere di lavoro che io faccio può essere fatto dovunque. Perché dovrei essere meno capace di riflettere sui miei problemi sul ponte di Potsdam, piuttosto che a casa?». E questo era caratteristico di Einstein. I suoi pensieri fluivano come una corrente costante. Ogni conversazione che interrompesse il suo pensiero era come una pietra gettata in un grande fiume, incapace d'influenzarne il corso. V'era anche un altro fattore che portava Einstein a più stretti contatti con i suoi studenti: e questo era la necessità di chiarire a se stesso le sue idee esprimendole ad alta voce e spiegandole agli altri. Per questo conversava spesso con gli studenti sui problemi scientifici e riferiva loro le sue idee nuove. Ma in realtà ad Einstein non importava se l'ascoltatore avesse o no capito ciò che egli andava spiegando; era appena necessario che quello non sembrasse troppo stupido o disattento. Einstein ebbe per un certo tempo un assistente che lo aiutava nei suoi incarichi amministrativi e nello stesso tempo completava i suoi propri studi in fisica. Ogni giorno Einstein gli spiegava le sue nuove idee: si diceva che se questo giovane avesse avuto appena un po' di talento, avrebbe potuto diventare un grande fisico — a ben pochi studenti infatti poteva toccare il privilegio d'un così alto insegnamento. Ma lo studente sebbene intelligente e zelante, e ardente ammiratore di Einstein, non divenne un grande fisico. L'influenza dell'insegnante non è poi così grande come certa gente crede.

7. - *L'inizio della guerra mondiale*

Non era trascorso un anno da quando Einstein si trovava a Berlino, che scoppiò la guerra mondiale, nell'agosto del 1914.

Un grande entusiasmo percorse tutta la Germania. Questo entusiasmo sorgeva in gran parte dalla suggestione che l'individuo poteva ora confondersi con un tutto più grande, l'impero tedesco, e smettere di vivere per se stesso: sentimento questo che a molta gente dà un gran senso di sollievo. Questa gioia però non poteva essere sentita da chi fosse a conoscenza dell'opinione pubblica nei grandi centri slavi d'Austria. A Praga Einstein aveva visto come con graduale evoluzione la politica estera austriaca fosse diventata uno strumento delle mire germaniche, e perciò non poteva condividere l' opinione e l'entusiasmo della folla di Berlino. Egli si trovò quindi in una situazione psicologica piuttosto spiacevole. I suoi sentimenti erano paragonabili a quelli di chi, senza aver bevuto, si trova fra gente eccitata dal vino. Si sentiva a disagio perché rappresentava per gli altri una specie di tacito rimprovero, che essi sentivano. Fortunatamente egli aveva una buona giustificazione per la sua riservatezza: venendo a Berlino, aveva conservato la nazionalità svizzera, e la sua mancanza di entusiasmo come neutrale non fu presa troppo sfavorevolmente.

Ricordo ancora molto chiaramente la prima visita che feci ad Einstein durante la guerra. Quando stavo per andarmene, egli mi disse: « Non hai idea di quanto mi faccia piacere udire una voce dal mondo esterno e poter parlare liberamente di ogni cosa ».

Immediatamente dopo lo scoppio della guerra, sorse dietro il fronte reale un « fronte intellettuale », in cui gli intellettuali dei campi ostili si attaccavano l'un l'altro,

e si difendevano con « armi intellettuali ». L'invasione del Belgio neutrale da parte delle truppe tedesche aveva urtato l'intero mondo, che ancora credeva nella validità dei trattati « di carta ». Inoltre le sofferenze della popolazione belga durante il combattimento e l'occupazione furono utilizzate a proprio vantaggio dalla propaganda alleata. Le popolazioni dell'Europa occidentale si chiedevano con stupore: « Come può il popolo tedesco, di cui noi amiamo la musica e la cui scienza noi ammiriamo, essere capace di tali illegalità e di tali atrocità? ». Fu inventata, in parte per ragioni propagandistiche, la storia delle « due Germanie »: la Germania di Goethe e la Germania di Bismarck.

La creazione di questo contrasto era spiacevole per il governo tedesco; fu perciò richiesto agli intellettuali di proclamare pubblicamente la loro solidarietà con la condotta tedesca militare e diplomatica della guerra. Nel famoso *Manifesto dei novantadue intellettuali tedeschi*, novantadue delle più rappresentative personalità dell'arte e della scienza tedesca respinsero la distinzione fra cultura tedesca e militarismo tedesco. Il manifesto culminava con l'asserzione: « Cultura tedesca e militarismo tedesco sono identici ». Ciò che da parte tedesca era considerato una sconfessione della mancanza di unità nella lotta per la vita della nazione, da parte degli alleati, era considerato il colmo del cinismo. Come ci si poteva attendere, Einstein non firmò il manifesto, ma questo dimostra cosa a quel tempo si attendeva dai principali artisti e scienziati tedeschi. Chiunque, come Einstein, avesse rifiutato di aderire, era considerato dalla gran maggioranza dei suoi colleghi come un rinnegato, che avesse disertato il suo popolo in un momento difficile. Soltanto la cittadinanza svizzera evitò ad Einstein di essere considerato un traditore nella lotta per l'esistenza del popolo tedesco.

Si può comprendere come sarebbe stato difficile per

Einstein identificarsi pubblicamente proprio con quel militarismo per il quale aveva avuto la più grande avversione sin dall'infanzia.

8. - *La scienza tedesca durante la guerra*

Con lo scoppio della guerra, tutti i colleghi di Einstein si dedicarono o in un modo o nell'altro a servizi di guerra. I fisici erano impiegati nella telegrafia senza fili, nella costruzione degli intercettatori del suono dei sottomarini, nel servizio meteorologico e per molti altri scopi scientifici. Alcuni prestavano servizio perché sentivano che questo era il loro dovere, altri perché tali lavori erano meno spiacevoli del servizio al fronte. D'altra parte vi furono alcuni che sentirono di dover dividere il pericolo ed i disagi dei soldati nelle trincee invece di lavorare in un sicuro laboratorio. Walter Nernst, che è già stato menzionato diverse volte, compì notevoli lavori nella ricerca dei gas venefici. Frizt Haber, uno scienziato amico intimo di Einstein, sviluppò un processo per la fabbricazione dell'ammoniaca utilizzando l'azoto atmosferico: un processo di grande importanza, poiché l'ammoniaca è necessaria in chimica per la fabbricazione dei fertilizzanti e degli esplosivi e perché la Germania non poteva importare i composti ammoniacali naturali, a causa del blocco inglese. Haber era di origine ebrea, ma sentiva molto fortemente l'influenza delle idee prussiane, come il rispetto per la potenza militare e la subordinazione dei sentimenti personali a questo valore supremo. Per i loro servigi, sia Nernst che Haber ricevettero il grado di maggiore dell'esercito tedesco; per Nernst questo titolo fu soltanto una piccola soddisfazione della sua vanità, al quale egli non annetteva molta importanza, ma per Haber fu causa di grande soddisfazione e di sincero orgoglio. Nel trattato di Versailles, sia Nernst che

Haber furono messi in nota dagli alleati fra i criminali di guerra, che la Germania avrebbe dovuto consegnare per un processo davanti alla Corte Internazionale. Non venne però mai fatta alcuna richiesta seria per la loro consegna. Tutto questo lavoro degli scienziati per lo sforzo bellico era naturale nel momento di pericolo per la Nazione, qualunque fosse il loro atteggiamento verso il governo al potere, ma vi era anche un altro modo di partecipare alla guerra: essi si arruolarono attivamente per la guerra nel « fronte intellettuale ». Con questo si impegnava una battaglia di parole e di propaganda, in base alla quale i successi degli scienziati tedeschi venivano sopravalutati, mentre quelli di coloro che lavoravano nei paesi nemici venivano deprezzati. Un gruppo di fisici tedeschi mandò una circolare a tutti i colleghi per esortarli a non citare mai le parole dei fisici inglesi, o a farlo soltanto quando ciò era inevitabile. Essi asserivano che in complesso il lavoro degli inglesi era su un livello molto più basso, e che questi venivano citati di frequente, soltanto per una esagerata ammirazione verso gli stranieri, atteggiamento che ora doveva essere abbandonato.

Dal punto di vista storico non interessa tanto questo tentativo, umanamente spiegabile, di sfruttare l'entusiasmo nazionalistico a scopi bellici, quanto piuttosto il tentativo apparentemente scientifico di provare che l'intera struttura della fisica tedesca differisce da quella della fisica francese ed inglese.

Si sosteneva perciò che si dovessero tenere in considerazione il meno possibile le scienze straniere per non mettere in pericolo l'unità e la purezza della scienza tedesca, o per non confondere le menti degli studenti tedeschi. Per esempio, si diceva spesso che la coscienza tedesca è particolarmente profonda a paragone del carattere superficiale della scienza francese e anglo-americana. La superficialità francese era attribuita ad un

razionalismo leggero, che cerca di comprendere ogni cosa mediante la ragione e ignora i misteri della natura; quella degli anglo-sassoni alla sopravalutazione dell'esperienza sensoriale, che crede solo nei fatti, e ignora i presupposti filosofici.

Da parte loro, gli scienziati francesi asserivano che la profondità della scienza tedesca consisteva in una pedante raccolta di fatti poco importanti, e il suo carattere filosofico nella produzione di una cortina di fumo che oscurava la vera relazione tra le cose. Gli scienziati anglo-sassoni preferivano sostenere che la scienza tedesca valorizzava certi principii « idealistici » per poter giustificare più facilmente atti particolarmente disumani; perché se si commettono atrocità in armonia con questi principii, esse sono « idealisticamente » giustificate.

Questi argomenti furono ben presto oggetto di discussione anche nella controversia sulla teoria della relatività. Usando argomenti di tal sorta, essa poteva venire attaccata da una parte come teoria tipicamente tedesca, dalla parte opposta come teoria particolarmente non tedesca. Vedremo come le idee di Einstein, che a prima vista sembrerebbero lontanissime da ogni possibilità di utilizzazione politica, furono presto coinvolte nelle lotte delle nazioni e dei partiti.

9. - *La vita durante la guerra*

Durante la guerra i giornali di Berlino erano pieni delle battaglie e delle vittorie tedesche: tutti si entusiasmavano e discutevano se i territori conquistati avrebbero dovuto essere tenuti dalla Germania dopo la guerra, se la Polonia avrebbe dovuto essere resa libera o diventare un protettorato tedesco, e così via. Contavano il numero dei mercantili inglesi affondati dai loro sottomarini, e molti di essi tenevano il conto della quantità di

tonnellaggio che veniva affondato. Ogni giorno copiavano le cifre dei giornali e coscienziosamente facevano la somma, come uomini di affari che tengono i loro conti annuali. Con loro stupore, essi scoprirono ben presto che il totale superava tutto il tonnellaggio che l'Inghilterra aveva mai avuto, e cominciavano a chiedersi se vi fossero ancora navi inglesi sul mare.

Nella vita privata però la principale preoccupazione di ognuno era di trovar cibo. Ogni donna di casa doveva esercitare tutta la sua astuzia per procurarsi i cibi che apparivano occasionalmente sul mercato; e per prepararli in una maniera semi-commestibile, dato che spesso erano di natura molto strana.

La salute di Einstein fu spesso cagionevole durante la guerra ed egli era ben felice di avere una famiglia amica presso la quale poteva mangiare pasti cucinati in casa invece di dover andare al ristorante, la cui cucina era basata sulle istruzioni igieniche delle autorità militari. Alcuni dei parenti benestanti di Einstein lo avevano in un primo tempo considerato come la pecora nera della famiglia. La sua fuga dal ginnasio a Monaco, il suo interesse per studi che non potevano dargli alcuna buona entrata, il suo matrimonio con una donna completamente fuori dal loro ambiente, non potevano incontrare la loro approvazione. Fu perciò con gran stupore che essi appresero la sua fama crescente. Quando Einstein fu chiamato a Berlino e fatto membro dell'Accademia Prussiana, essi si sentirono onorati di riceverlo in casa e di essere menzionati come suoi parenti. Einstein accettò questa situazione con bonomia. Nella casa di suo zio Einstein incontrò di nuovo sua cugina Elsa, della quale era stato compagno da bambino a Monaco. Essa era ora vedova con due figlie; donna di temperamento amichevole e materno, appassionata delle conversazioni piacevoli e piena di cure nel rendere comoda la casa e nel preparare gli scar-

si pasti di guerra meglio che poteva. Einstein andava spesso a casa loro e vi trovava una nuova vita familiare.

Frau Elsa non poteva studiare con lui le opere dei grandi fisici, come aveva fatto Mileva Maritsch a Zurigo Essa aveva una lieta visione della vita, e non la natura dura e severa della studentessa slava. Considerando Einstein come fisico, essa sapeva soltanto che egli era diventato un uomo famoso, che i più grandi scienziati della Accademia Prussiana, dell'Università di Berlino e dei paesi stranieri riconoscevano come loro eguale e spesso come loro superiore. Aver un parente ed un amico come lui era fonte di orgoglio e di gioia per lei, ed essa desiderava evitargli il fastidio della vita quotidiana. Einstein apprezzava l'amicizia, spesso si rendeva utile nella sua casa facendo della « fisica applicata ». Quando una volta visitai Berlino durante la guerra, Einstein mi invitò a cena a casa di suo zio; io dapprima rifiutai l'invito dicendo: « Ora che manca tutto, nessuno desidera avere un ospite inaspettato ». A ciò Einstein rispose nella sua maniera sincera, che poteva sembrare semplicità di fanciullo, ma che poteva anche essere intesa come aspra critica: « Non devi avere scrupoli; al contrario mio zio ha più cibo di quanto ne viene assegnato a testa alla popolazione. Se tu mangi alla sua tavola fai un servizio alla causa della giustizia sociale ». Io incontrai colà sua cugina Elsa per la prima volta: essa mi disse, un po' per scherzo un po' sul serio: « So molto bene che il nostro Albertle è un fisico di ingegno. In questi tempi dobbiamo comprare cibi in ogni sorta di scatole, che nessuno sa come aprire. Spesso esse sono strane, fatte all'estero, arrugginite, storte, senza mai la chiave necessaria per aprirle. Ma non ve ne è stata ancora una che il nostro Albertle non sia stato capace di aprire ». Mentre la guerra era ancora in corso, Einstein sposò sua cugina Elsa. Egli, che era stato una specie di *bohémien*, cominciò a

condurre una vita da borghese. O, per dire più esattamente, Einstein incominciò a vivere in una casa tipica di famiglia benestante berlinese. Aveva uno spazioso appartamento nel quartiere bavarese. Questo quartiere non aveva nulla di bavarese, eccettuato il fatto che le strade erano chiamate coi nomi delle città della Baviera. Egli viveva in mezzo a bei mobili, tappeti e quadri; i suoi pasti erano preparati ad ore regolari, s'invitavano ospiti. Ma quando uno entrava in questa casa, trovava che Einstein era rimasto ancora un estraneo in quest'ambiente, un ospite *bohémien* in una casa borghese.

Elsa Einstein aveva molte delle caratteristiche del popolo della sua nativa Svevia. Essa apprezzava molto ciò che in tedesco si chiama *Gemütlichkeit.* Non c'è da meravigliarsi che fosse molto felice quando si avvide della stima e dell'ammirazione in cui suo marito era tenuto, e di cui essa partecipava come moglie. Però vi sono sempre due lati nel compito di essere la moglie di un uomo famoso. La gente che la circondava era sempre incline a considerarla con occhio critico: come compenso del rispetto che essi loro malgrado dovevano a suo marito, rivolgevano contro di lei tutti i rimproveri che avrebbero voluto fare ad Einstein.

Quando Elsa Einstein era criticata nei circoli professionali di Berlino, si dicevano di lei cose di cui la più inoffensiva era che le sue capacità intellettuali la rendevano poco adatta ad essere la moglie di Einstein. Ma se Einstein avesse ascoltato questa critica, quale donna avrebbe mai potuto sposare? La questione era piuttosto se essa poteva o no creare per Einstein condizioni tollerabili di vita, in cui egli potesse compiere il suo lavoro. E certamente questo essa lo faceva. Non vi è una soluzione ideale per questo problema, e poiché Einstein credeva meno degli altri nella possibilità di soluzioni ideali, non si sentiva urtato se sua moglie non rappresen-

tava completamente questo ideale. Alcuni professori si lamentavano che a causa di lei era difficile per i fisici avvicinare Einstein. Essa preferiva, dicevano, che Einstein frequentasse scrittori, artisti o uomini politici perché essa comprendeva meglio questa gente e li considerava di maggior valore. Einstein comunque non era certamente l'uomo da essere facilmente influenzato nella scelta della sua compagnia: egli stesso desiderava di aver a che fare con gente di ogni tipo e non si limitava ai circoli professionali. Può darsi che qualche visitatore, che Einstein non desiderava vedere, desse la colpa di ciò alla moglie, non volendo ammettere che Einstein non si interessasse di lui.

Altri dicevano che la signora Einstein attribuisse troppo valore alla fama esteriore e non fosse capace di apprezzare la grandezza interiore di suo marito. E' ovvio comunque che la moglie di un grand'uomo può comprendere più facilmente gli effetti della sua attività sull'opinione pubblica, e che questi effetti di conseguenza la interessano più di ogni altra cosa.

Qualsiasi altra donna nella posizione di Elsa Einstein avrebbe probabilmente agito più o meno come lei. L'unica differenza era che il pubblico è raramente tanto interessato alla vita di uno scienziato, quanto lo fu a quella di Einstein. Per questa ragione sua moglie fu biasimata per varie cose che in realtà sono fatti comuni. La vita coniugale di un grand'uomo è sempre stata un problema difficile. Nietzsche una volta disse: « Un filosofo sposato è una figura ridicola ».

Einstein era protetto contro tutte queste difficoltà dal fatto che egli tenne sempre una parte del suo intimo separata da ogni rapporto con gli altri e dal fatto che egli non desiderò mai di condividere completamente la sua vita interiore con alcuno. Egli si rendeva ben conto che

ogni gioia ha le sue ombre e accettava questo fatto senza protestare.

Quando nel 1932 alcune associazioni femminili si opposero all'ingresso di Einstein negli Stati Uniti perché secondo la loro opinione egli propugnava dottrine sovversive e pacifiste, Einstein disse scherzando ad un rappresentante della *Associated Press:* « Perché si dovrebbe ammettere un uomo così volgare da opporsi ad ogni guerra, eccetto quella inevitabile con la propria moglie? ». In un'altra occasione egli fece una osservazione basata su molti anni di esperienza: « Quando le donne sono in casa, sono molto affezionate al loro mobilio e tutto il giorno se ne occupano. Ma quando io mi trovo in viaggio con mia moglie, sono l'unico mobile che essa ha a disposizione, e non può trattenersi dallo starmi intorno tutto il giorno e dall'accomodarmi qualche cosa ». Questa mancanza di ogni illusione riguardo alla possibilità di felicità nella vita, evitò ad Einstein l'errore fatto da molti mariti che considerano tutti i difetti caratteristici della vita stessa come difetti della propria moglie, e perciò sono giudici severi, invece di apprezzare le buone qualità ed accettare quelle cattive come una necessità della natura.

Durante questo periodo, la prima moglie di Einstein e i suoi due figli vivevano in Svizzera. Questa circostanza causò ad Einstein molti fastidi finanziari per la difficoltà di mandare valuta dalla Germania alla Svizzera e per il rapporto del cambio che divenne sempre più sfavorevole quanto più andò avanti la guerra. Ma sin dai giorni in cui era studentessa, Mileva Maritsch fu sempre così affezionata alla vita in Svizzera, che non volle mai per nessun motivo vivere in Germania.

VI

LA TEORIA GENERALE DELLA RELATIVITA'

1 - *Nuova teoria della gravitazione*

La guerra e le condizioni psicologiche prodotte da essa nel mondo della scienza non impedirono ad Einstein di dedicarsi con la più grande intensità a migliorare la sua teoria della gravitazione. Lavorando sulle idee che aveva trovato a Praga e a Zurigo, egli riuscì nel 1916 a sviluppare una teoria della gravitazione completamente indipendente e logicamente omogenea. La concezione di Einstein differisce fondamentalmente da quella di Newton, ed una reale comprensione della sua teoria richiede una vasta conoscenza dei metodi matematici. Senza usare alcuna formula matematica, io tenterò qui di presentare le idee fondamentali, per quanto esse sono necessarie alla comprensione della personalità di Einstein e all' influenza della sua teoria sul suo periodo e sul suo ambiente.

La grande difficoltà, che si presenta nello spiegare la nuova teoria di Einstein, sta nel fatto che essa non sorge da alcuna modifica della meccanica newtoniana. Essa rompe l'intera intelaiatura entro cui Newton tentava di comprendere tutti i fenomeni del mondo. I concetti noti di forza, accelerazione, spazio assoluto, e così via non hanno posto nella teoria di Einstein. Anche alla media

dei fisici, i principii che compongono la meccanica newtoniana sembrano essere provati sia dalla esperienza che dal ragionamento ed è difficile per essi comprendere qualsiasi cambiamento in questa struttura, che essi hanno imparato a considerare come immutabile. E' questa una illusione che deve essere distrutta per comprendere la teoria di Einstein. Secondo la legge newtoniana di inerzia, un corpo non sollecitato da alcuna forza si muove in linea retta con velocità costante. Ciò è vero qualunque sia la massa o altra proprietà fisica del corpo considerato. Perciò si può stabilire che il suo moto possa essere descritto geometricamente. D'altra parte se qualche forza sollecita il corpo secondo la legge newtoniana della forza, esso subisce una accelerazione inversamente proporzionale alla sua massa. Per conseguenza particelle di masse differenti descrivono traiettorie differenti sotto l'azione della stessa forza. Il moto sotto la forza può essere descritto soltanto usando il termine non-geometrico di *massa*.

Abbiamo visto nel paragrafo 8 del cap. IV che nella sua teoria gravitazionale del 1911 Einstein ha notato che la forza di gravità ha la proprietà che la sua influenza è indipendente dalla massa del corpo su cui agisce. E come conseguenza egli ha concluso che la presenza di un campo di forza gravitazionale non può essere una dalle conseguenze di un moto accelerato del laboratorio. Ciò significa che non soltanto il moto determinato da altre forze, ma anche il moto determinato da forze gravitazionali può essere descritto in maniera puramente geometrica, se queste forze sono parallele e di egual grandezza in tutta la regione considerata.

Con questa premessa il problema che ora si presentava ad Einstein era il seguente: qual'è la forma geometrica del percorso, che un corpo descrive in un campo gravitazionale relativamente ad un qualsiasi laboratorio?

La soluzione di Einstein per questo problema è basata sul concetto che le leggi della geometria in uno spazio, dove esiste un campo gravitazionale, sono diverse da quelle in uno spazio, che è libero da forze, nel vecchio senso. Questa idea era così nuova, che i fisici ed i matematici abituati alla fisica del secolo decimonono ne furono sconcertati. Per comprendere cosa intendesse Einstein, dobbiamo rifarci indietro alla concezione positivistica della scienza ed in particolare alle idee di Henry Poincaré descritte nel paragrafo 9 del cap. II. Secondo questo punto di vista la verità delle proposizioni matematiche riguardanti punti, linee rette e così via, può essere verificato soltanto nel nostro mondo di esperienze, qualora queste nozioni matematiche siano definite in termini di operazioni fisiche. Noi dobbiamo dare ai termini geometrici ciò che P. W. Bridgman chiama le definizioni operazionali; per esempio dobbiamo definire le linee rette in termini di determinati regoli d'acciaio preparati secondo un metodo stabilito e se facciamo un triangolo con questi regoli possiamo verificare con misure reali su questo triangolo se la somma degli angoli è uguale a due angoli retti oppure no.

Mediante altri esperimenti possiamo anche ricercare se queste aste hanno in realtà tutte le proprietà che la geometria postula riguardo alle linee rette. Per esempio possiamo misurare se un tale regolo è in realtà la linea più corta che collega due punti. Naturalmente per essere capaci di eseguire questa misura, dobbiamo descrivere anche l'operazione fisica di misura della lunghezza di una linea curva. Si può trovare che quando un triangolo è formato collegando punti mediante linee che formano le distanze più brevi fra questi punti, la somma degli angoli di questo triangolo non sia eguale a due angoli retti. Ci troviamo allora di fronte ad un dilemma. Se diciamo che le linee che formano questo triangolo so-

no rette, noi manteniamo la proprietà della linea retta di essere la distanza più breve fra due punti qualsiasi, ma allora il teorema della somma degli angoli del triangolo non è più valido. D'altra parte se vogliamo mantenere valido il teorema, deve essere esclusa la proprietà della distanza più breve. Siamo liberi di decidere quale proprietà manteniamo per le linee che chiamiamo rette, ma non possiamo averle entrambe come nella geometria euclidea. La supposizione fondamentale di Einstein può essere ora riespressa in questa forma: in uno spazio in cui sono presenti masse che esercitano forze gravitazionali, la geometria euclidea cessa di essere valida. In questa teoria le curve, che sono la distanza più breve fra due punti qualsiasi, hanno uno speciale significato e gli angoli di un triangolo, formati da queste linee, non danno come loro somma due angoli retti dove esiste un campo gravitazionale. Questa distinzione fra lo spazio euclideo e lo spazio curvo di Einstein può essere illustrata considerando una distinzione simile fra una superficie piana e una superficie curva. Per tutti i triangoli su una superficie piana tutti i teoremi di Euclide sono veri, ma cosa avviene per i triangoli su una superficie curva? Consideriamo ad esempio la superficie della terra. Se ci dobbiamo limitare a considerare soltanto quei punti che giacciono realmente sulla superficie e non possiamo considerare alcun punto che si trova di sopra o di sotto ad essa, non vi sono più linee rette nel senso usuale. Ma le curve che formano la distanza più breve fra due punti sulla superficie della terra sono importanti in navigazione e in geodesia; esse sono chiamate linee geodetiche.

Per la superficie della sfera le linee geodetiche sono archi di cerchi massimi, e per conseguenza tutti i meridiani che definiscono la longitudine e l'equatore sono geodetiche. Se consideriamo un triangolo formato dal Polo Nord e da due punti sull'equatore esso è definito da

Einstein e Rabindranath Tagore.

Einstein, Paul Ehrenfest, Paul Langevin, Kammerling-Onnes e Pierre Weiss nella casa di Ehrenfest, a Leida, in Olanda.

Einstein e Charles Proteus Steinmetz.

linee geodetiche. L'equatore taglia tutti i meridiani perpendicolarmente cosicché i due angoli alla base del triangolo sono entrambi retti e perciò la somma degli angoli è più grande di due angoli retti del valore dell'angolo polare. Una situazione simile si verifica sempre per qualsiasi superficie curva, ed inversamente se la somma degli angoli di un triangolo formato dalle linee geodetiche di una superficie non è esattamente eguale a due angoli retti allora la superficie è curva.

Questa nozione di curvatura viene estesa allo spazio. Le linee geodetiche sono definite come le curve formanti le distanze più brevi fra due punti qualsiasi dello spazio e lo spazio è detto curvo, se gli angoli di un triangolo formato da tre geodetiche non danno come somma due angoli retti. Secondo la teoria di Einstein la presenza di corpi materiali produce una certa curvatura dello spazio, ed il cammino di una particella che si muove in un campo gravitazionale è determinato dalla curvatura di questo spazio. Einstein ha trovato che questo cammino può essere descritto più semplicemente, considerando la geometria di questo spazio curvo, piuttosto che attribuendo la sua deviazione dalla linea retta all' esistenza di forze come ha fatto Newton. Inoltre Einstein trovò che non solo il cammino di particelle materiali, ma anche quello dei raggi di luce in un campo gravitazionale, poteva essere descritto semplicemente in termini di linee geodetiche in questo spazio curvo; e inversamente la curvatura dello spazio poteva essere dedotta dall'osservazione sul cammino dei corpi in moto e dei raggi di luce.

Vedremo più tardi che molta gente, anche qualche fisico considerò assurdo il dire che qualsiasi conclusione riguardante la curvatura dello spazio potesse essere dedotta dalla forma dei raggi di luce. Alcuni poi considerarono addirittura senza senso il dire che lo spazio è curvo. Per essi una superficie, una linea poteva essere curva

nello spazio, ma il dire che lo spazio stesso era curvo sembrava assurdo. Queste opinioni però sono basate su l'ignoranza del modo di espressione geometrico.

Come abbiamo visto sopra, uno spazio curvo significa semplicemente uno spazio in cui la somma degli angoli di un triangolo formato da linee geodetiche non è uguale a due angoli retti, e questa terminologia è usata in causa dell'analoga distinzione fra superfici piane e curve. E' futile cercare di immaginarsi a cosa può assomigliare uno spazio curvo, se non descrivendo la misura dei triangoli.

2. - *Funzione dello spazio quadridimensionale*

Se vogliamo descrivere completamente il moto di una determinata particella, non è sufficiente dare la forma della traettoria, ma è necessario aggiungere come varia col tempo la posizione della particella lungo la traiettoria. Per esempio dire che il moto di una particella sollecitato da una qualsiasi forza in senso newtoniano è rettilineo non è completo; dobbiamo aggiungere che questo moto avviene con velocità costante.

Il moto completo perciò può essere presentato in forma geometrica aggiungendo una dimensione alle dimensioni necessarie per descrivere la traiettoria. Per esempio nel caso più semplice di un moto rettilineo, la traiettoria è una linea retta e la posizione della particella che la percorre può essere specificata dando la distanza a cui si trova la particella da un certo punto definito sulla linea retta. Prendiamo ora un foglio di carta e riportiamo queste distanze lungo una direzione e per ogni punto riportiamo, in direzione perpendicolare alla distanza, il tempo corrispondente ad ogni posizione. La curva così disegnata dà la rappresentazione geometrica completa del moto. Se il moto avviene con velocità costante, oltre che in li-

nea retta, la curva sarà una linea retta. In tal modo il moto lungo una linea retta, ovverosia un moto unidimensionale per usare il termine tecnico, può essere rappresentato completamente in un piano, cioè in uno spazio bidimensionale. Ora lo spazio delle nostre esperienze è tridimensionale: per specificare la posizione di una palla in una stanza dobbiamo dare tre numeri, le distanze delle due pareti e la sua altezza sopra il pavimento. Perciò abbiamo bisogno di tre dimensioni per descrivere la traiettoria di un moto generale, e di quattro dimensioni per dare la completa rappresentazione del moto. Il moto di una particella è definito completamente da una curva in uno spazio quadridimensionale.

Questa nozione di spazio quadridimensionale, semplice come è, ha dato luogo a molte confusioni ed incomprensioni. Alcuni scrittori hanno detto che queste curve nello spazio quadridimensionali sono soltanto degli aiuti per la rappresentazione matematica, ma in realtà non esistono. L'asserzione « in realtà non esistono » è un puro pleonasmo, dato che l'asserzione « realmente esistenti » è usata nella vita quotidiana per descrivere soltanto oggetti direttamente osservabili nel nostro spazio tridimensionale. In contrasto a ciò molti autori, specialmente filosofi o fisici che si atteggiano a filosofi, hanno adottato l'idea che soltanto gli eventi nello spazio quadridimensionale fossero reali e che una rappresentazione nello spazio tridimensionale fosse soltanto una descrizione soggettiva della realtà. Possiamo subito vedere che queste posizioni sono egualmente giustificate e che soltanto la parola « reale » è usata in sensi differenti. Per chiarire questo disaccordo dobbiamo fare un po' di semantica. Nella sua teoria speciale della relatività sviluppata a Berna, Einstein ha mostrato che quando i fenomeni meccanici ed ottici sono descritti mediante orologi e regoli di misura, la descrizione dipende dal moto del laboratorio in cui

questi strumenti sono usati, e poté stabilire le relazioni matematiche che collegano le varie descrizioni dello stesso evento fisico. Nel 1908 Hermann Minkowski, il primo professore di matematica di Einstein a Zurigo, mostrò che questa relazione fra differenti descrizioni dello stesso fenomeno può essere rappresentata matematicamente in maniera molto semplice. Egli concluse che queste differenti descrizioni di un moto rappresentato da una curva nello spazio quadridimensionale sono matematicamente note come proiezioni di questa curva quadridimensionale su differenti spazi tridimensionali. Minkowski perciò adottò l'idea che soltanto la curva quadridimensionale esistesse veramente e che le differenti descrizioni non fossero altro che differenti aspetti della stessa realtà. Questo concetto equivale a dire che un oggetto fisso nello spazio tridimensionale, ad esempio una casa, esiste realmente, ma che le fotografie di questa casa prese da varie direzioni, ovverosia le proiezioni bidimensionali della casa tridimensionale, non rappresentano mai la realtà stessa, ma danno soltanto delle descrizioni di essa da differenti punti di vista.

Ovviamente la parola reale non è usata qui nello stesso senso di quando si dice che soltanto un corpo tridimensionale è reale e che la rappresentazione quadridimensionale è semplicemente uno schema matematico inventato. Nel linguaggio di Minkowski « reale » significa « la rappresentazione teorica più semplice delle nostre esperienze » mentre nel senso precedente ciò significa « la nostra esperienza espressa il più direttamente possibile nel linguaggio di ogni giorno ».

La teoria di gravitazione di Einstein ebbe origine da questa rappresentazione del moto come curva nello spazio quadridimensionale. Il moto, se né la gravità né alcuna altra forza sono presenti, è rappresentato dalla curva più semplice, la linea retta nello spazio piano quadri-

dimensionale. Se è presente soltanto la gravità, ma nessuna altra forza, Einstein pone che lo spazio diventi curvo, ma il moto sia sempre rappresentato dalla curva più semplice di questo spazio. Poiché non vi sono linee rette nello spazio curvo egli prese come curva più semplice nello spazio la curva con la più breve distanza fra due punti qualsiasi, ovverosia la linea geodetica.

Perciò il moto di una particella sottoposta a gravità è rappresentato da una curva geodetica nello spazio curvo quadridimensionale, e questa curvatura dello spazio è determinata dalla distribuzione della materia che produce il campo gravitazionale. Così la teoria generale della relatività di Einstein consiste di due gruppi di leggi:

I - Le leggi del campo che stabiliscono come le masse presenti producono la curvatura dello spazio.

II - Le leggi del moto, sia per le particelle materiali, che per i raggi di luce, che stabiliscono come le linee geodetiche possono essere trovate per uno spazio di cui si conosca la curvatura.

Questa nuova teoria di Einstein è un compimento del programma di Ernst Mach. E' possibile calcolare la curvatura dello spazio dati i corpi materiali presenti, e da ciò calcolare il moto dei corpi. Secondo Einstein l'inerzia dei corpi non è dovuta, come presupponeva Newton, al loro sforzo di mantenere la loro direzione di moto nello spazio assoluto, ma piuttosto all'influenza di masse attorno ad essi, le stelle fisse come aveva suggerito Mach.

3. - *Einstein suggerisce prove sperimentali della sua teoria*

La nuova teoria di Einstein, che cambiava così fondamentalmente e coraggiosamente la ormai provata ed affermata teoria newtoniana, era originalmente basata su argomenti di generalità e semplicità logica. Sorse na-

turalmente la questione se da questa teoria si potevano dedurre nuovi fenomeni che differissero da quelli derivati dalla vecchia e che potessero essere usati come prova sperimentale fra le due teorie. Altrimenti la teoria di Einstein sarebbe rimasta soltanto una brillante costruzione di matematica filosofica che poteva dare un piacere mentale, ma che non contribuiva in nulla alla realtà fisica. Anche Einstein aveva sempre riconosciuto una nuova teoria soltanto se questa scopriva un nuovo campo del mondo fisico. Einstein mostrò matematicamente che in campi gravitazionali deboli la sua teoria prediceva gli stessi risultati di quella newtoniana. In questo caso la curvatura del nostro spazio tridimensionale è trascurabile e l'unica differenza proviene dal nuovo progresso matematico nell'aggiunta della quarta dimensione.

Il calcolo del moto della terra intorno al sole, ad esempio, dà esattamente lo stesso risultato ottenuto dalla legge di Newton della forza, e dalla teoria della gravitazione di Einstein. Soltanto quando la velocità di un corpo è paragonabile a quella della luce può essere notata qualche differenza fra le due teorie.

Allo scopo di trovare dei fenomeni in cui la curvatura dello spazio avesse probabilità di essere impiegata, Einstein fece ricerche, fra le osservazioni dei corpi celesti, di moti che non fossero in accordo con le predizioni della meccanica di Newton. Egli trovò un caso. Era noto da molto tempo che Mercurio, un pianeta molto vicino al sole e perciò molto esposto al suo campo gravitazionale, non si muoveva esattamente com'era predetto dalla teoria newtoniana. Secondo la vecchia teoria, tutti i pianeti dovrebbero descrivere orbite elittiche la cui posizione è fissa nello spazio relativamente alle stelle, ma fu osservato che l'orbita elittica di Mercurio ruota attorno al sole alla piccolissima velocità di 43,4 secondi per secolo. A questa discrepanza non fu mai data una spiegazione

soddisfacente. Quando Einstein calcolò il moto di Mercurio secondo la sua teoria, egli trovò che l'orbita doveva realmente ruotare come veniva osservato. Sin dal principio questo successo fu un argomento assai forte in favore della teoria di Einstein.

L'effetto della curvatura dello spazio sul percorso dei raggi di luce è più notevole. Mentre ancora era a Praga Einstein aveva fatto notare la possibilità che i raggi di luce fossero piegati al loro passaggio vicino alla superficie del sole. Egli aveva calcolato sulla base della legge di Newton della forza e sulla sua teoria della gravitazione del 1911 che la deviazione doveva essere di 0,87 secondi. Secondo la sua nuova teoria dello spazio curvo Einstein trovò che la deviazione è di 1,75 secondi, cioè il doppio del precedente risultato. La terza predizione che fece Einstein fu sul cambiamento di lunghezza d'onda della luce emessa da una stella. Il calcolo mostrava che la luce lasciando la stella da cui è emessa deve passare attraverso il suo campo gravitazionale, e questo passaggio sposta la lunghezza d'onda verso il rosso. Anche per il sole l'effetto risultò essere difficilmente osservabile, ma nel caso della stella gemella di Sirio particolarmente densa sembrava essere di grandezza osservabile. E' importante fare osservare che di questi tre fenomeni predetti dalla teoria, soltanto uno di essi, il moto di Mercurio, era noto al tempo in cui Einstein sviluppò la sua teoria, gli altri due erano fenomeni completamente nuovi che non erano ancora stati osservati e neppure sospettati. Entrambe queste predizioni furono verificate qualche anno dopo e così dettero una prova conclusiva all'esattezza della teoria. E' grande merito di Einstein il fatto che egli sia stato capace di sviluppare una teoria che partendo da pochi principii fondamentali ed usando il criterio della generalità e della semplicità logica portasse a risultati stupefacenti.

4. - *Problemi cosmologici*

Prima ancora che la sua nuova teoria fosse completamente compresa dalla gran maggioranza dei fisici, era già evidente per Einstein che questa non era sufficiente a dare una corretta presentazione dell'universo nel suo complesso.

Durante il secolo decimonono la concezione più comune dell'universo era che vi fossero gruppi di corpi materiali come la Via Lattea e che fuori di questa regione vi fosse lo spazio vuoto che si estende all'infinito. Questa concezione però aveva già fatto sorgere dei dubbi fra alcuni scienziati verso la fine del secolo. In questo caso infatti le stelle si dovrebbero comportare come una nuvola di vapore e nulla potrebbe impedire loro di disperdersi nello spazio vuoto circostante. Poiché sono disponibili uno spazio infinito e un tempo infinito, l'intiero universo dovrebbe eventualmente diventare completamente vuoto.

Dal punto di vista della teoria di Einstein questa concezione dell'universo materiale, come un'isola nello spazio vuoto, presentava una ulteriore difficoltà. Questa è dovuta al principio di equivalenza in base al quale le forze gravitazionali ed inerziali sono considerate identiche. Si deve notare che Ernst Mach per primo osservò come difetto della meccanica newtoniana, che in essa il moto inerziale, moto rettilineo nello spazio vuoto, è un processo non influenzato dalla presenza di altre masse. Mach propose in sua vece la supposizione che l'effetto dell'inerzia fosse dovuto al moto relativo alle stelle fisse. Einstein ha introdotto questa idea nella sua teoria come « postulato di Mach » quando stabilì che il campo gravitazionale, e conseguentemente gli effetti inerziali sono determinati dalla distribuzione della materia. Se i corpi ma-

teriali formassero una isola nello spazio vuoto, allora secondo Einstein soltanto una parte finita dello spazio sarebbe « curva ». Questa regione comunque sarebbe circondata da uno spazio « piano » che si estenderebbe all'infinito in tutte le direzioni.

In questo spazio piano i corpi non sollecitati da alcuna forza si dovrebbero muovere in linea retta secondo la legge di inerzia di Newton e la forza di inerzia non sarebbe determinata dalla distribuzione della materia. Per questa ragione l'idea di uno spazio curvo che sarebbe racchiuso in un'infinito spazio piano è in disaccordo col postulato di Mach.

La successiva ipotesi perciò fu che la materia non formi un'isola ma che piuttosto tutto lo spazio sia più o meno densamente pieno di materia. Però se noi presupponiamo inoltre che tutte le masse agiscano le une sulle altre secondo la legge di Newton, ci troviamo di nuovo di fronte ad una difficoltà. Infatti la materia a grandi distanze esercita individualmente effetti piccoli, ma il complesso totale della materia ha grandi distanze aumenta in tal modo che all'infinito vi è una infinita quantità di materia che esercita una forza infinitamente grande. Le osservazioni dimostrano che le stelle non sono sollecitate da forze simili perché in tal caso esse raggiungerebbero alte velocità, mentre tutte le velocità osservate dalle stelle sono piccole in confronto colla velocità della luce.

Einstein superò questa difficoltà facendo osservare che nella sua teoria dello spazio curvo, l'uniforme distribuzione della materia non significa necessariamente che vi sia una infinita quantità di materia. Vi è la possibilità che in causa della curvatura lo spazio non si estenda all'infinito. Questo non significa però che vi siano dei limiti per lo spazio oltre ai quali non vi sia nulla neppure lo spazio vuoto. La situazione può essere infatti spiegata

con lo stesso esempio con cui spiegai la curvatura dello spazio. La superficie della terra è una superficie bidimensionale curva che ha un'area finita ma non ha limiti Certi oggetti, ad esempio le città, possono essere distribuiti più o meno uniformemente sulla superficie, ma il numero totale delle città è finito. Inoltre se si viaggia in una data direzione lungo una geodetica (un cerchio massimo in questo caso), si ritorna al *punto originale* di partenza. Similmente lo spazio delle nostre esperienze può essere curvo in modo tale che sia finito ma non limitato. Diventa significativo chiedersi quanta materia è contenuta nell'universo, qual è il raggio di curvatura del nostro spazio, e conseguentemente qual è la densità media della materia nello spazio. Vi è però ancora un'altra possibilità. La materia può riempire lo spazio « infinito » con una approssimativa uniformità, ma il complesso dell'universo può non essere fermo ma espandersi in modo tale che la densità della materia vada decrescendo.

Attualmente non è ancora possibile dire con certezza quale delle due ipotesi sulla distribuzione della materia siá esatta. Piu tardi Einstein ha intravisto anche la possibilità che lo spazio potesse essere « curvo » senza la presenza di masse, contrariamente all'ipotesi originale di Mach. Ad ogni modo l'idea che la materia non formi una isola in uno spazio infinito vuoto è sostenuta dall'astronomia moderna. Le ricerche di Harlow Shapley e dei suoi collaboratori hanno mostrato che lo spazio sin dove può essere scrutato con gli attuali telescopi, sembra dovunque simile alla regione della nostra Via Lattea. Perciò è plausibile presupporre con Einstein che in media l'intero universo sia uniformemente pieno di materia. Anche contando il numero delle stelle e misurando la loro distanza da noi, Shapley ha potuto ottenere un valore approssimativo della densità media dell'universo. Inoltre dalla velocità delle nebulose distanti e dalle osservazioni

del moto secondo la legge di Einstein è stato possibile calcolare le grandezze del raggio di curvatura e del volume dello spazio e la quantità totale di materia in esso contenuta.

5. - *Spedizioni per sperimentare la teoria di Einstein*

Per il matematico la nuova teoria di Einstein era caratterizzata da bellezza e da semplicità logica. Per gli astronomi rimaneva ancora il dubbio inquietante che non si trattasse altro che di una pura fantasia. La teoria di Newton era stata loro molto utile ed occorreva ben più che dell'eleganza matematica per cambiare il loro modo di vedere. Secondo gli astronomi per la prova occorreva una eclissi solare.

Le teorie nuove, per usare un paragone adottato da Einstein, sono paragonabili ai bei vestiti, che attirano gli sguardi femminili quando sono esposti in una vetrina di mode. Una famosa bellezza ordina il vestito, ma le starà bene? Aumenterà o diminuirà la sua bellezza? Essa non può dirlo sinché non lo avrà indossato in piena luce. La teoria di Einstein era una specie di vestito non ancora indossato in una vetrina di mode. L'eclisse solare era la prima occasione in cui doveva essere indossato.

Mentre la guerra era ancora in corso, gli scritti di Einstein sulla teoria generale della relatività divennero noti in Inghilterra. Le discussioni astratte potevano essere seguite soltanto con difficoltà, e le nuove concezioni del moto nell'universo non potevano ancora essere apprezzate in tutte le loro conseguenze logiche, ma la loro arditezza era già ammirata. Per la prima volta veniva fatta una proposta seriamente fondata di cambiare le leggi dell'universo stabilite da Isaac Newton, orgoglio dell'Inghilterra. Per gli inglesi, data la loro tendenza alla verifica sperimentale, una cosa era chiara. Un certo nu-

mero di esperimenti definiti erano stati suggeriti agli osservatori della natura, affinché col loro risultato potessero dare una valutazione definitiva del pregio della teoria. E fra questi era la predizione di Einstein dello spostamento delle immagini stellari durante una eclissi totale di sole che poteva confermare sia la teoria di Praga del 1911 che la teoria di Berlino del 1916. Nel marzo 1917 l'Astronomer Royal aveva reso noto che il 29 marzo 1919 si sarebbe verificata una eclissi solare totale, che avrebbe offerto condizioni straordinariamente favorevoli per la prova delle teorie di Einstein, dato che il sole oscurato si sarebbe trovato nel mezzo di un gruppo di stelle particolarmente brillanti, le Hyadi.

Sebbene a quel tempo non si sapesse se sarebbe stato possibile inviare delle spedizioni in quei punti della terra da cui si sarebbe potuto osservare l'eclissi totale, la Royal Society e la Royal Astronomical Society di Londra incaricarono un comitato di fare i preparativi per una spedizione. Quando l' 11 novembre 1918 fu firmato l'armistizio, il comitato si pose immediatamente al lavoro, ed annunciò il piano dettagliato della spedizione il 27 marzo. Il comitato era presieduto da Sir Arthur Eddington, uno dei pochi astronomi capaci di approfondire i fondamenti teorici delle teorie di Einstein. Eddington, inoltre, come quacchero attribuiva molta importanza al mantenimento dei sentimenti amichevoli fra i popoli di nazioni nemiche, e sia durante che dopo la guerra non si unì mai al sentimento generale di odio per il nemico. Egli inoltre considerava tutte le nuove teorie sull'universo come un mezzo per rafforzare il sentimento religioso e per distogliere l'attenzione della gente dagli egoismi individuali e nazionali.

Quando il sole è eclissato dalla luna vi è solo una certa zona della terra per cui l'intiero disco solare è oscurato. Poiché vi era la possibilità che il tempo fosse cat-

tivo durante i pochi minuti di oscuramento, rovinando così tutti i piani dell'osservazione, la Royal Society mandò due spedizioni in punti molto separati entro la zona di eclissi totale. Una partì per Sobral nel nord del Brasile, mentre la seconda andò alle isole Principe nel golfo di Guinea, Africa Occidentale. Eddington fu incaricato personalmente di capeggiare il secondo gruppo.

Quando la spedizione arrivò in Brasile, produsse molto stupore ed una impressione sensazionale. La guerra con la Germania era appena finita ed i giornali erano ancora pieni di propaganda e contropropagnda. Essi non avevano risparmiato le attività scientifiche, ma già vi era una costosa spedizione proveniente dall'Inghilterra per verificare le teorie di uno scienziato tedesco. Un giornale di Parà, Brasile, scrisse: « Anziché tentare di confermare una teoria tedesca i membri della spedizione, che sono in buoni rapporti col cielo, dovrebbero piuttosto cercare di ottenere la pioggia per il paese, che ha sofferto per una lunga siccità ». La spedizione fu veramente fortunata, dato che parecchi giorni dopo il suo arrivo a Sobral cominciò a piovere. I sapienti avevano giustificato la fiducia del pubblico nella scienza.

Non descriverò le osservazioni fatte in Brasile; ma soltanto quelle fatte dal gruppo nelle isole Principe. Gli astronomi arrivarono un mese prima dalla data dell'eclissi per poter installare i loro strumenti e fare i preparativi necessari. Finalmente arrivarono i pochi minuti di eclissi totale, con la penosa incertezza se sarebbe stato possibile fotografare le stelle in vicinanza del sole oscurato, o se le nubi avrebbero nascosto le stelle annullando i preparativi, che erano durati dei mesi. Sir Arthur Eddington diede la seguente descrizione di questi momenti:

« Il giorno dell'eclissi il tempo era sfavorevole. Quando l'eclissi totale cominciò, il disco scuro della luna circondato dalla corona era visibile attraverso le nubi,

come spesso la luna appare attraverso le nubi, in una notte in cui non si possono vedere le stelle. Non vi era altro da fare che eseguire il programma prestabilito e sperare per il meglio. Un osservatore era incaricato di cambiare le lastre in rapida successione, mentre l'altro regolava le giuste lunghezze dell'esposizione con uno schermo tenuto davanti all'obbiettivo per evitare qualsiasi scossa al telescopio.

> Perché dentro e fuori sopra attorno e sotto
> Null'altro vi è che una lanterna magica
> Fatta di una scatola la cui candela è il sole
> E intorno alla quale noi figure fantomatiche andiamo
> [e veniamo.

« La nostra lanterna magica occupava tutta la nostra attenzione. Vi era un meraviglioso spettacolo in alto, e, come i fotogrammi rivelarono più tardi, una nettissima protuberanza si elevava ad un centinaio di migliaia di miglia dalla superficie del sole. Non avemmo tempo di darle uno sguardo. Eravamo consci solo della luce incantata del paesaggio e del silenzio della natura, rotto solo dalle voci degli osservatori e dal battito del metronomo che scandiva i 302 secondi dell'eclissi totale ».

Si ottennero 16 fotografie, con esposizioni varianti da 2 a 20 secondi. Le prime fotografie non mostravano stelle... ma evidentemente le nuvole si diradarono verso la fine dell'eclisse totale e qualche immagine apparve sulle ultime lastre. In molti casi l'una o l'altra delle stelle principali erano andate perdute tra le nuvole, e non ci si poteva servire di esse; ma una lastra mostrava immagini abbastanza buone di cinque stelle, che erano adatte alla determinazione. Con grande emozione Eddington ed i suoi collaboratori paragonarono la migliore delle fotografie che avevano fatto con la fotografia delle stesse stelle prese a Londra, quando erano situate molto lontane

dal sole e perciò non esposte al suo effetto gravitazionale. Vi era effettivamente un allontanamento dal sole delle immagini stellari corrispondente alla deviazione dei raggi di luce di grandezza approssimativamente eguale a quella prevista in base alla nuova teoria di Einstein del 1916 (fig. 3).

Passò qualche mese prima che la spedizione tornasse in Inghilterra e le lastre fotografiche fossero accuratamente misurate in laboratorio, tenendo in considerazione tutti i possibili errori. Erano questi errori che in realtà preoccupavano gli esperti. Attorno ad essi si svolgevano discussioni nei circoli astronomici, mentre il pubblico profano si interessava, e poteva interessarsi soltanto della questione se le osservazioni avessero dimostrato « il peso della luce » o « la curvatura dello spazio ». L'argomento era tanto più emozionante in quanto nessuno riusciva ad immaginarsi nulla di definito colla frase « curvatura dello spazio ».

6. - *Conferma della teoria*

Il 7 novembre 1919 Londra si preparava a celebrare il primo anniversario dell'armistizio. I titoli del *Times* di Londra erano: « I morti gloriosi. — L'osservanza dell'armistizio. — In tutto il paese si fermano i treni ». Lo stesso giorno però il *Times* conteneva anche un altro titolo: « Rivoluzione nella scienza, tutte le idee newtoniane sovvertite ». Si riferiva alla seduta della Royal Society del 6 novembre durante la quale erano stati annunciati ufficialmente i risultati della spedizione per l'eclisse totale. La Royal Society e la Royal Astronomical Society erano riunite in una seduta combinata il 6 novembre per dare l'annuncio formale che le spedizioni, che da queste società erano state inviate in Brasile e nell'Africa Occidentale per osservare l'eclisse totale, avevano dal-

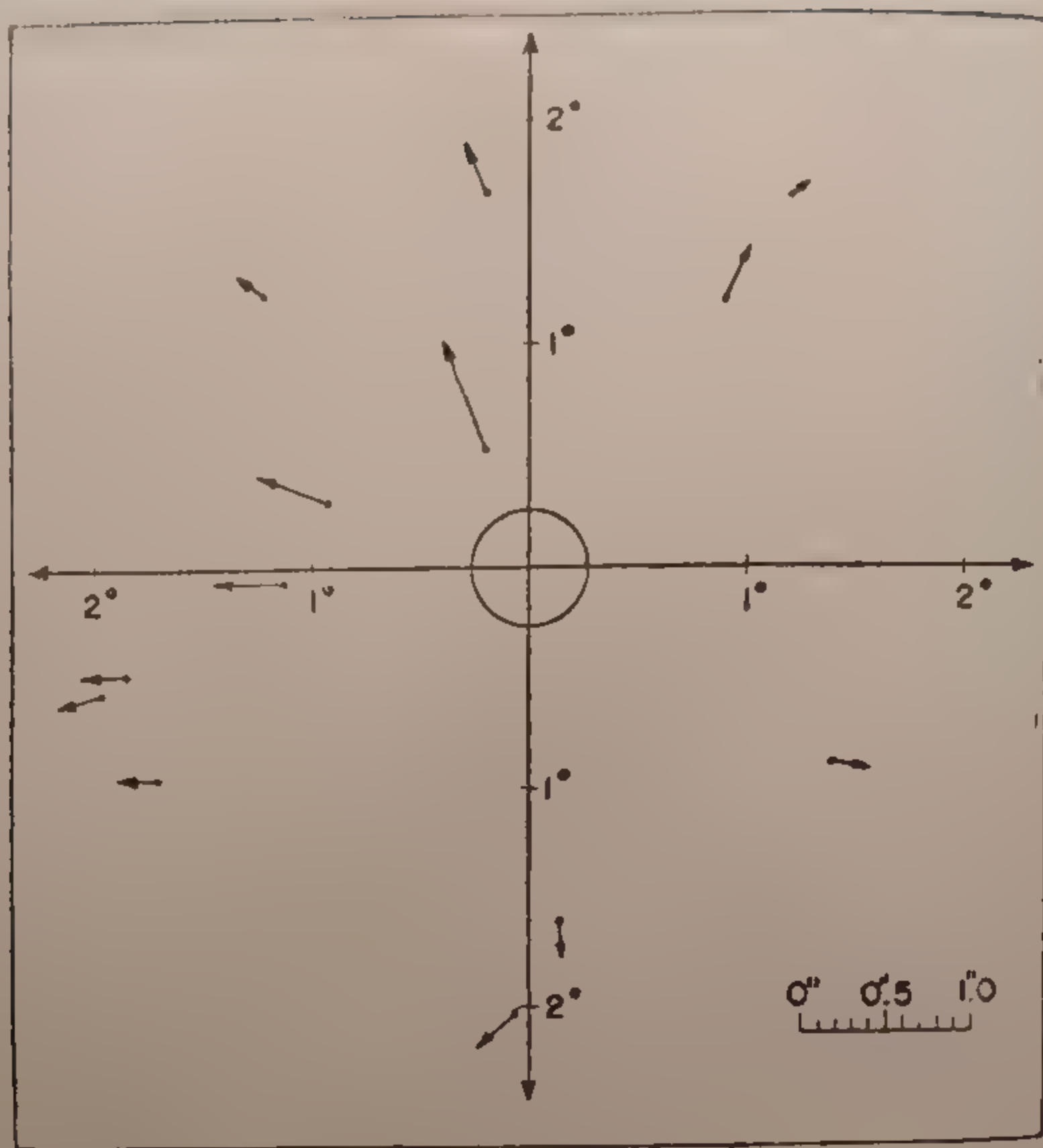



FIGURA 3

Le osservazioni della spedizione inglese per l'eclisse del 1919 furono ripetute con metodi perfezionati da una spedizione americana nel 1922 a Wallal (Australia Occidentale) organizzata dal Lick Observatory, Università di California. La figura mostra la deflessione delle stelle nel campo gravitazionale del sole. Le frecce mostrano la deflessione delle immagini in grandezza e direzione delle quindici stelle meglio osservate (*Lick Observatory Bulletin* 337).

le loro osservazioni ottenuto la conclusione che i raggi di luce sono deviati nel campo gravitazionale del sole, e proprio nella quantità predetta dalla nuova teoria della gravitazione di Einstein.

Questo straordinario accordo fra la creazione della mente umana e le osservazioni astronomiche conferì alla

seduta una atmosfera straordinariamente emozionante. Noi abbiamo una testimoninza oculare di questo convegno da parte di uno dei più famosi filosofi del nostro tempo, Alfred North Whitehead. Come matematico, logico e filosofo, e persona dotata di elevato senso storico e religioso, era il più adatto della maggior parte degli scienziati presenti per comprendere l'eccezionalità di quel momento. « Fu per me una fortuna — dice Whitehead — essere presente alla seduta della Royal Society a Londra, quando l'Astronomer Royal per l'Inghilterra annunciò che le lastre fotografiche della famosa eclissi, misurate dai suoi colleghi nell'osservatorio di Greenwich, avevano confermato la predizione di Eistein secondo la quale i raggi di luce deviano passando vicino al sole. Vi era un'atmosfera di dramma greco. Noi eravamo il coro che commentava i decreti del destino, rivelati dallo svolgersi di avvenimenti eccezionali. Vi erano elementi di drammaticità nella stessa messa in scena del cerimoniale tradizionale, sullo sfondo il ritratto di Newton a ricordarci che la più grande generalizzazione scientifica stava ora dopo più di due secoli per ricevere le sua prima modificazione. E neppure mancava l'interesse personale, una grande avventura del pensiero era alla fine giunta salva alla riva. L'essenza drammatica della tragedia non è la sventura. Essa risiede nel procedere inesorabile delle cose... Questa inesorabilità è ciò che pervade il pensiero scientifico. Le leggi della fisica sono i decreti del fato ».

In quel tempo era presidente della Royal Society Sir J. J. Thomson, il grande fisico sperimentale. Egli aprì la seduta con un discorso in cui celebrava la teoria di Einstein come « uno dei più grandi successi della storia del pensiero umano ». Continuando disse: « Non è la scoperta di un'isola fuori mano, ma di un intero continente di nuove idee scientifiche. E' la più grande scoperta relativa alla gravità da quando Newton enunciò i suoi

principii ». Dopo di ciò l'Astronomer Royal riferì in poche parole che le osservazioni delle due spedizioni avevano dato il valore di 1,64 secondi per la deflessione della luce, contro il valore di 1,75 secondi predetto da Einstein. « Se ne conclude — annunciò brevemente — che il campo gravitazionale del sole dà la deflessione predetta dalla teoria generale della relatività di Einstein ». Sir Oliver Lodge, il fisico famoso, che è molto noto come studioso della percezione extra-sensoriale e di altri fenomeni « parapsicologici », fu sempre un convinto sostenitore dell'esistenza di un « etere » che riempisse ogni spazio, e perciò sperava che le osservazioni decidessero contro la teoria di Einstein. Ciò non di meno dopo le sedute disse: « E' stato un trionfo drammatico ». Gli scienziati della Royal Society erano ora pronti a riconoscere che una osservazione diretta della natura aveva confermato la teoria della curvatura dello spazio, e la non validità della geometria euclidea nel campo gravitazionale. Ciò non di meno fu fatale per i futuri sviluppi il fatto che durante la seduta ufficiale il presidente stesso della Royal Society dicesse: « Devo confessare che nessuno è ancora riuscito a dire in un linguaggio chiaro cosa sia realmente la teoria di Einstein ». Egli insisteva nell'affermare che molti scienziati erano costretti ad ammettere la loro incapacità ad esprimere semplicemente il significato reale della teoria di Einstein. Ciò significa realmente che essi erano incapaci di afferrare il significato della teoria; tutto ciò che essi potevano comprendere erano le sue conseguenze nel loro campo particolare. Questa situazione perciò contribuì molto alla confusione del pubblico profano riguardo alle teorie di Einstein.

7. - *Atteggiamento del pubblico*

Il significato della teoria fu apprezzato presto da coloro che partecipavano attivamente allo sviluppo della scienza, ma molti fra le gente così detta istruita erano infastiditi dal fatto che le conoscenze tradizionali acquistate con grande sforzo nelle scuole fossero state sovvertite. Poiché questa gente era convinta della propria incapacità di comprendere l'astronomia, la matematica e la fisica, essa attaccò la nuova teoria nei campi della filosofia e della politica, in cui si sentiva versata.

Uno scrittore in un giornale americano serio scrisse della seduta della Royal Society sopra descritta: « Questi signori saranno dei grandi astronomi, ma sono dei cattivi logici. I critici profani hanno già fatto l'obiezione che gli scienziati, che proclamano che lo spazio giunge ad una fine in qualche parte, sono obbligati a dire cosa vi è al di là di esso ». Noi rammentiamo che l' asserzione « lo spazio è finito » non ha nulla a che vedere con la « fine » dello spazio. Ciò piuttosto significa che i raggi di luce che viaggiano attraverso il mondo dello spazio ritornano lungo una curva chiusa alla loro origine.

Gli articolisti dei giornali quotidiani sono portati a esprimere il punto di vista dell'uomo della strada, che è più spesso influenzato da una tradizione filosofica medioevale che dal progresso della scienza.

L'articolo continuava:

« Ciò non riesce a spiegare come mai i nostri astronomi sembrino pensare che la logica e l'ontologica dipendano dai loro punti di vista mutevoli. Il pensiero speculativo era già molto avanzato prima dell'astronomia. Un certo senso di proporzione sarebbe utile ai matematici ed ai fisici, ma sembra viceversa che gli astronomi inglesi

considerino che il loro campo abbia un'importanza più grande di quanto non abbia in realtà ».

La stessa tendenza di giocare sul senso comune, cioè in questo caso sulle nozioni acquisite nelle scuole elementari, contro il progresso della scienza è pure evidente in un altro articolo che comparve allora sullo stesso giornale serio. « Occorrerebbero i presidenti di almeno due Royal Societies per rendere plausibile e pensabile la dichiarazione che, poiché la luce ha un peso, lo spazio ha dei limiti. Esso non ne ha per definizione e questa è la verità almeno per la gente comune. Può darsi che sia diverso per i grandi matematici ». Poiché secondo l'opinione dell'uomo della strada le due Royal Societies avevano subìto una delusione, che le rendeva incapaci di capire cose che erano chiare a chiunque avesse una media istruzione, ci si cominciò a chiedere come mai fosse avvenuta una cosa simile. Fu presto trovata una spiegazione che era molto chiarificatrice per l'uomo della strada. Una settimana dopo il famoso Congresso di Londra, un professore di meccanica celeste della Columbia University, New York, scrisse:

« Durante gli ultimi anni il mondo intiero ha vissuto in uno stato di inquietudine sia mentale che fisico. Può ben essere che la guerra e il sorgere del bolscevismo siano gli effetti sensibili di qualche profondo disturbo mentale. Questa inquietudine è testimoniata dal desiderio di abbandonare i metodi di governo bene sperimentati in favore di esperimenti nuovi e non ancora provati. Questo stesso spirito di inquietudine ha invaso la scienza. Vi sono molti che vorrebbero rivoluzionare teorie già largamente provate, sulle quali è stata costruita l'intera struttura del moderno sviluppo scientifico e meccanico, in favore di speculazioni metodologiche e di sogni fantastici sull'universo ». Lo scrittore inoltre faceva notare che la situazione era analoga al periodo della rivoluzione francese

quando, come risultato di simili malattie rivoluzionarie mentali, furono espressi dubbi sulla teoria newtoniana, dubbi la cui infondatezza fu più tardi provata.

Mentre molti individui erano infastiditi da queste innovazioni che disturbavano il loro orgoglio e la loro educazione, altri accettavano quest'argomento in maniera più favorevole. Le predizioni di Einstein degli spostamenti stellari avevano mostrato, così pensavano questi uomini, che i fenomeni fisici potevano essere previsti mediante il pensiero puro, mediante la pura speculazione matematica sulla geometria dello spazio universale.

Il punto di vista dei « cattivi » empirici e dei materialisti, secondo cui tutta la scienza doveva essere basata sull'esperienza, punto di vista che causò tanti conflitti con la religione e con l'etica, era ora stato abbandonato dalla scienza stessa. In un articolo riferentesi alla seduta della Royal Society il *Times* di Londra disse: « La scienza sperimentale è in realtà ritornata al puro idealismo soggettivo ». E l' idealismo, per l'inglese colto, educato dalla sua scuola e dalla sua chiesa, e dal *Times*, era diametralmente opposto al bolscevismo « materialistico ».

La situazione psicologica in Europa in quel tempo accrebbe l'interesse del pubblico per la teoria di Einstein. I giornali inglesi cercavano di cancellare ogni rapporto fra la Germania e l'uomo che onoravano. Einstein da parte sua era contrario ad ogni tattica di questo genere, non perché ci tenesse ad essere considerato come un rappresentante della scienza tedesca, ma perché detestava ogni manifestazione di nazionalismo meschino.

Egli credeva anche di poter contribuire alla causa della conciliazione internazionale se avesse utilizzato la sua fama a questo scopo. Quando il *Times* gli propose di descrivere i risultati della sua teoria per il pubblico londinese, egli lo fece il 28 novembre, ed approfittò di questa opportunità per esprimere la sua opinione in maniera

amichevole ed umoristica. Egli scrisse: « La descrizione del *Times* sulla mia personalità e sulle circostanze in cui mi trovo mostra una divertente esuberanza di immaginazione da parte dello scrittore. Con una applicazione della teoria della relatività, per piacere al lettore, oggi in Germania io sono considerato uno scienziato tedesco ed in Inghilterra io sono presentato come uno Svizzero ebreo. Se invece io dovessi essere considerato come una « bête noire », la descrizione sarà invertita ed io diventerò un ebreo svizzero per i tedeschi ed un tedesco per gli inglesi ». A quel tempo Einstein non prevedeva quanto presto questo scherzo si sarebbe avverato.

L'articolista del *Times* fu un po' infastidito da questa satira di Einstein sul modo con cui venivano assecondati i pregiudizi della borghesia inglese, e rispose a sua volta in tono semi-scherzoso: « Gli concediamo il suo piccolo scherzo, ma facciamo notare che in accordo col tenore generale della sua teoria il dott. Einstein non dà alcuna descrizione assoluta di se stesso ». Il *Times* era sconcertato dal fatto che Einstein non sentisse di appartenere ad una nazione e ad una razza definita. In Germania le notizie degli avvenimenti di Londra agirono come una scintilla che causa l'esplosione di una emozione trattenuta. Era una doppia soddisfazione. Il successo di uno scienziato di un paese umiliato e battuto era stato riconosciuto dalla più orgogliosa delle nazioni vincitrici. Inoltre la scoperta non era fondata su una raccolta di ricerche empiriche, ma era nata da una immaginazione creativa, che con la sua forza aveva indovinato il segreto dell'universo, e l'esattezza della soluzione di questo enigma era stata confermata dalle precise osservazioni astronomiche degli impassibili inglesi.

La situazione presentava anche un'altra particolarità nel fatto che lo scienziato era discendente di quel popolo ebraico, che spesso era stato insultato e beffeggiato dal-

la nazione battuta. I membri della comunità ebraica spesso avevano dovuto sentirsi dire che sebbene la loro razza possedesse una certa abilità negli affari, nella scienza potevano soltanto ripetere ed illustrare il lavoro degli altri, e che erano loro negati talenti veramente creativi. Il fatto che questo popolo antico e singolare avesse di nuovo prodotto un genio nel mondo intellettuale era entusiasmante non soltanto per gli ebrei, ma era anche una certa consolazione ed un certo stimolo per tutti i popoli vinti e umiliati del mondo.

Un osservatore russo diede questa descrizione della situazione psicologica della Germania vinta:

« Col crescere della miseria sociale apparvero fra gli intellettuali correnti di pensiero pessimistico, idee sul declino della cultura occidentale, e, con violenza d'uragano, movimenti religiosi. La vastità di questi movimenti deve sembrare notevole anche a chi sia abituato alla vita intellettuale tedesca. Il numero dei gruppi religiosi indipendenti crebbe senza fine in Germania. Invalidi di guerra, commercianti, ufficiali, studenti, artisti, tutti erano presi dal desiderio di creare una base metafisica per la loro visione del mondo ».

Questa evasione della realtà tragica in un mondo di sogno aumentò ancor più l'entusiasmo per la teoria di Einstein, la cui posizione era del tutto speciale, perché sembrava al pubblico che in essa una parte della realtà dell'universo fosse stata scoperta dal sogno. Nella Russia Sovietica in quell'epoca le gente era occupata nella costruzione di un nuovo ordine sociale su principii che erano consapevolmente opposti alle idee pessimistiche del « declinante » occidente. Essi rinunciavano ad ogni sogno idealistico o almeno così credevano di fare. Essi desideravano staccarsi il più possibile dagli atteggiamenti prevalenti, sia nelle nazioni battute che in quelle vittoriose. Ovunque essi volevano vedere dei segni di « declino ».

E pensavano che questi sintomi si palesassero anche nello sviluppo delle scienze fisiche. Nel 1922 A. Maximov, uno dei principali esponenti della filosofia politica russa sovietica, che si occupava principalmente di scienze fisiche, scrisse sul giornale ufficiale filosofico della Russia Sovietica a proposito della vita in Germania:

« L'atmosfera idealistica ha circondato ed ancora circonda la teoria della relatività. E' perciò naturale che l'annuncio della relatività generale di Einstein sia stato accolto con entusiasmo dall'*intelligenzia* borghese. L'impossibilità, entro i limiti della società borghese, per gli intellettuali di liberarsi da queste influenze, portò alla conseguenza che il principio di relatività servì esclusivamente alle tendenze religiose e metafisiche ».

Si nota qui già un inizio di quei sentimenti contrari ad Einstein che dovranno svilupparsi in qualche ambiente dell'Unione Sovietica.

A questo riguardo, non si deve dimenticare che nello stesso tempo in Germania venivano espresse delle opinioni che caratterizzavano la teoria di Einstein come « bolscevismo in fisica ». Il fatto che le teorie di Einstein fossero state respinte da alcune eminenti personalità sovietiche non servì a cambiare queste opinioni. E poiché i bolscevichi e gli ebrei erano comunemente considerati come qualche cosa di associato, non ci si deve meravigliare che la teoria della relatività fosse presto considerata come « ebrea » e capace di far del male al popolo tedesco. Questo atteggiamento ostile verso Einstein in Germania proveniva da quei circoli che attribuivano la sconfitta della Germania alla « pugnalata nella schiena » e non al collasso delle classi dirigenti.

Per Einstein questa intrusione di politica e di nazionalismo nel giudizio delle sue teorie era del tutto stupefacente, quasi incomprensibile. Per molto tempo egli non

prestò neppure attenzione a queste cose e non si accorse neppure di molti di questi attacchi. Ma un po' per volta la assoluta dedizione allo studio della regolarità dell'universo cominciò a diventar difficile per lui. Sempre di più l'anarchia del mondo umano si spinse in primo piano. Con forza brutale, lentamente, ma inesorabilmente, essa pretese una parte più o meno grande della sua energia intellettuale.

VII

EINSTEIN COME FIGURA PUBBLICA

1. - *L'atteggiamento politico di Einstein*

Col grande interessamento del pubblico sorto dalla conferma della sua teoria, Einstein cessò di essere un uomo di cui si occupano soltanto gli scienziati. Come un famoso statista, un generale vittorioso, un attore popolare, egli divenne una figura pubblica. Einstein comprese che la fama ormai raggiunta gli dava una grande responsabilità. Egli considerò che sarebbe stato egoista e presuntuoso se avesse semplicemente accettato il fatto del suo riconoscimento ed avesse continuato a lavorare nelle proprie ricerche.

Vedeva che il mondo era pieno di sofferenze, e credeva di conoscerne alcune cause. Notò anche che vi erano molti uomini che indicavano queste cause, ma non venivano ascoltati, perché non erano figure eminenti. Einstein si rendeva conto che ora il mondo lo ascoltava, e conseguentemente sentì che era suo dovere richiamare l'attenzione su quei punti dolenti, e così contribuire a guarirli. Non pensò a preparare un programma definito, non sentendo in se stesso l'impulso a diventare un riformatore politico, sociale, religioso. In queste cose egli non ne sapeva di più di qualsiasi altra persona colta. Il vantaggio che possedeva era di poter richiamare l'attenzione

pubblica: ed egli era uomo da non aver paura, se necessario, di mettere in gioco la sua grande reputazione.

Era anche chiaro per lui che chiunque si avventurasse ad esprimere la propria opinione su questioni politiche e sociali, doveva uscire dal chiostro della scienza ed entrare nel tumulto della piazza, e doveva attendersi di essere controbattuto con tutte le armi comuni della piazza. Einstein accettò questa situazione come ineluttabile. Si rese conto pure che molti dei suoi oppositori politici sarebbero diventati anche suoi oppositori scientifici.

Negli anni immediatamente successivi alla guerra mondiale, era naturale che il problema principale di tutti i riformatori politici fosse quello di prevenire un'altra catastrofe. Il mezzo più adatto a ciò era favorire la riconciliazione internazionale, lottare contro il bisogno economico, per il disarmo ed opporsi decisamente ad ogni tentativo di coltivare lo spirito militaristico. Il metodo più scuro ed infallibile per ottenere lo scopo desiderato sembrava essere il rifiuto da parte di ogni individuo di prestare il servizio militare, e l'organizzare su larga scala gli « obbiettori di coscienza ». Tutte queste idee sembravano ovvie tanto ad Einstein quanto a molti altri. Soltanto, egli ebbe più coraggio e maggiore opportunità degli altri di propugnarle. Einstein non si compiaceva, come molti studiosi specialmente in Germania, di ritirarsi nella torre di avorio della scienza. Ma i mezzi per raggiungere lo scopo a quel tempo sembravano a lui, come a molte migliaia di uomini, assai più semplici e più sicuri di quanto si dovette constatare in seguito.

La posizione politica di Einstein, come quella di tutti gli intellettuali del mondo, cambiò durante i venti anni di armistizio fra le due guerre mondiali, ma egli non fece mai parte di alcun partito politico. I partiti sfruttavano la sua autorità quando ciò era loro possibile, ma egli non prestò mai la sua attività ad alcun gruppo. Ciò è

fondamentalmente dovuto al fatto che Einstein non si interessò mai realmente di politica.

Soltanto a giudici molto superficiali Einstein può sembrare un genio seppellito sotto le sue ricerche, che trova tutta la sua felicità in esse, senza essere influenzato dal mondo esterno. Vi sono più contradizioni non risolte nel carattere di Einstein di quanto si potrebbe credere a prima vista, e queste, come si è già detto, son dovute al contrasto fra la sua intensa coscienza sociale da un lato, e l'avversione ad entrare in rapporti troppo intimi coi suoi consimili dall'altro.

Questa caratteristica si manifesta soprattutto nel suo atteggiamento verso i gruppi politici, con i quali egli collaborò di quando in quando, perché simpatizzava con al cuni loro scopi. Vi furono sempre dei momenti in cui era estremamente fastidioso per lui essere forzato ad azioni ed espressioni che egli non approvava, e veniva sempre il momento in cui gli diventavano antipatici i rappresentanti che egli appoggiava. Non pretendeva mai alcuna speciale mansione per sé, e così partecipava spesso a fatti che in realtà non erano secondo i suoi gusti. Quando avveniva qualche cosa del genere, naturalmente egli non sentiva nascere nessuna simpatia per la gente che aveva contribuito a farlo agire in tal senso. Come conseguenza di ciò egli diede l'impressione a molta gente di essere un sostenitore vacillante. Egli fu sempre pronto a propugnare ciò che sembrava buono a lui, ma non fu mai disposto a lasciarsi influenzare troppo dagli *slogans* e dalle idee stereotipate di partito. Questo fu il suo atteggiamento nella collaborazione con i sionisti, i pacifisti ed i socialisti.

Einstein comprendeva molto bene che ogni cosa ha diversi aspetti e che per sostenere una buona causa se ne deve spesso appoggiare una che è meno degna.

Molta gente, che è essenzialmente ipocrita, approfitta

di questa situazione per evitare di partecipare a qualsiasi causa buona con la scusa degli « scrupoli morali ». Einstein non si comportava così. Se lo scopo fondamentale era buono, egli all'occasione era pronto a prendere in considerazione anche una tendenza meno degna e secondaria. Era un pensatore troppo critico e realista per credere che un qualsiasi movimento guidato da esseri umani verso scopi umani potesse essere perfetto.

Aiutò il movimento sionista, ad esempio, perché credeva che fosse cosa degna creare fra gli ebrei il rispetto di se stessi e fornire un rifugio agli ebrei senza casa. Egli si rendeva ben conto, però, che al tempo stesso aiutava lo sviluppo del nazionalismo e dell'ortodossia religiosa, mentre disapprovava sia l'uno che l'altra. Vedeva che allo stato attuale delle cose non v'era nessun altro strumento all'infuori del nazionalismo per produrre un senso di autorispetto nella comunità ebraica.

Vi furono dei momenti, però, in cui la prospettiva di vedere le sue osservazioni interpretate falsamente sembrò tanto spiacevole ad Einstein che egli non volle mettersi in simili situazioni.

Einstein ricevette ripetuti inviti di visitare la Russia sovietica e di tenervi conferenze, specialmente durante i primi anni dello sviluppo della sua dottrina, ma rifiutò. Si rendeva conto che qualsiasi osservazione amichevole avesse fatto sul paese sarebbe stata interpretata dal mondo esterno come un indizio di comunismo, e ogni osservazione critica sarebbe stata presa dai comunisti come espressione della crociata capitalistica contro la Russia.

2. - Antisemitismo nella Germania del dopoguerra

Dopo la guerra, quando la disfatta della Germania portò al collasso del Governo dei generali e degli *junker*, che furono sempre considerati come la fonte di ogni pregiudizio, molta gente pensò che il periodo della discriminazione contro gli ebrei fosse ormai passato. Ma in realtà la perdita del potere fece sorgere in queste classi un sentimento di rancore profondamente radicato. Un essere umano non riesce a rassegnarsi ad una catastrofe fintanto che crede che la causa di essa sia dovuta alla sua propria inferiorità. Conseguentemente cerca di darne la colpa a qualcun altro.

Perciò i sostenitori degli spodestati governanti fecero circolare l'idea che la disfatta non fosse dovuta a debolezza militare, ma alla rivolta interna guidata dagli ebrei. Il diffondersi di questa idea causò un sentimento di estremo odio contro gli ebrei in Germania. Questi sentimenti erano molto diffusi fra le classi colte, ed erano i più pericolosi per gli ebrei, perché completamente irrazionali.

Gli ebrei non potevano confutarli con alcun argomento, o sfuggire alla inimicizia con qualsiasi cambiamento, nella loro condotta. Molti fra gli ebrei in Germania compresero questa situazione e si sforzarono di sottrarsi all'attenzione altrui mediante varie mimetizzazioni.

Nella forma più moderata essi cercavano di attribuire la colpa della disfatta allo scarso patriottismo dei socialisti. Molti andarono anche più oltre, asserirono che vi fosse una divisione fra gli ebrei, ed accusarono il gruppo « cattivo ». Gli ebrei che da tempo erano residenti in Germania attribuivano tutte le peggiori caratteristiche agli ebrei che erano immigrati dall'Europa Orientale. Fra di essi erano compresi, secondo le prefe-

renze o le necessità del momento, ebrei provenienti dalla Polonia, dalla Russia, dalla Romania, dall'Ungheria, e qualche volta anche dall'Austria.

Quando Hitler, che, come si sa, proveniva dall'Austria, cominciò la sua persecuzione contro gli ebrei, un professore ebreo di una Università tedesca disse: « Non si può biasimare Hitler per le sue idee sugli ebrei. Egli viene dall'Austria ed ha ragione per quanto riguarda gli ebrei di quel paese. Se avesse conosciuto bene gli ebrei tedeschi, non si sarebbe mai fatto una opinione così cattiva di noi ». Questa asserzione caratterizza in maniera evidente il modo di pensare di alcuni ebrei tedeschi. Ciò fu sentito così amaramente dagli ebrei orientali, che quando Hitler cominciò a perseguitare gli ebrei tedeschi, la reazione non fu un'unione di tutti gli ebrei, ma spesso avvenne che un gruppo regionale attribuisse la responsabilità di ciò che accadeva ad altri gruppi. Questa mancanza di rispetto per se stessi nel comportamento di alcuni ebrei tedeschi fece una impressione mortificante su Einstein. Sino ad allora egli aveva badato poco alla condizione degli ebrei, e si era reso poco conto del grave problema della loro situazione, ma ora sentiva una profonda compassione per la loro posizione. Sebbene Einstein avesse una certa avversione per l'ortodossia ebraica, egli considerava la comunità ebraica come un gruppo che aveva una tradizione considerevole, ed in cui i valori intellettuali erano tenuti in gran conto. Perciò egli vide con amarezza che la comunità ebraica non solo era attaccata da nemici esterni, ma si disintegrava anche internamente. Einstein vide che una confusa situazione psicologica determinava sempre più negli ebrei una mentalità distorta.

Questa profonda compassione fece sorgere in lui un sentimento di responsabilità sempre maggiore. Col crescere della sua fama, l'intera comunità ebraica ebbe la

consapevolezza di essere capace di produrre un vero genio di valore universale. Questa era una smentita alla opinione diffusa che i geni creativi potessero essere dati solo dalla razza ariana nordica.

3. - *Il movimento sionista*

Durante la guerra mondiale, quando il Governo inglese dichiarò la sua intenzione di appoggiare lo sviluppo di una patria nazionale per gli Ebrei in Palestina, il movimento sionista ricevette un poderoso impulso in tutti i paesi. Era suo scopo stabilire uno Stato ebraico nell'antica patria storica per dare agli ebrei di tutto il mondo un centro nazionale e culturale. Nella promessa inglese essi videro il primo passo verso questa meta. Si sperava che con la cooperazione generale, tutti gli ebrei del mondo sarebbero riusciti a liberarsi dal senso di inferiorità dovuto al fatto che, soli fra tutti i popoli, essi non avevano una patria ed erano dovunque tollerati soltanto come ospiti.

Agli inizi, Einstein ebbe molti dubbi sulle mire dei sionisti. Non simpatizzava con la forte tendenza nazionalistica, e non vedeva alcun vantaggio nel sostituire il nazionalismo ebraico a quello tedesco.

Vedeva anche le difficoltà inerenti al piano palestinese. Pensava che il paese fosse troppo piccolo per accogliere tutti gli emigranti ebrei, che avessero voluto stabilirsi in patria, e previde l'urto fra il nazionalismo arabo e quello ebraico. I sionisti spesso cercavano di minimizzare la gravità di questi problemi, ma Einstein considerava che ciò fosse dovuto solo al loro grande desiderio.

Ma, nonostante questi dubbi e scrupoli, Einstein riconobbe molti aspetti positivi del sionismo. Vide in esso l'unico movimento attivo fra gli Ebrei capace di far

nascere in essi un senso di dignità, la cui mancanza egli tanto deplorava. Non si curò molto che questo processo educativo fosse attuato con una intonazione nazionalistica, poiché sentiva che la psiche ebraica, ed in particolare quella degli ebrei tedeschi, era in uno stato così patologico da rendere desiderabile ogni mezzo educativo che mirasse a diminuire o ad eliminare questa situazione.

Perciò nel 1921 decise di apparire pubblicamente come un sostenitore del sionismo. Si rendeva ben conto che questa azione avrebbe prodotto un'impressione straordinaria negli ambienti ebraici tedeschi. Infatti quasi tutti gli ebrei, che avevano in Germania attività pubbliche come studiosi e scrittori, consideravano il movimento sionista come un nemico mortale della soluzione da essi auspicata, e cioè della graduale e completa assimilazione degli ebrei con i loro concittadini. Quando Einstein, certamente il più grande degli scienziati ebrei in Germania ed uomo di reputazione mondiale, orientandosi in tal modo contrariò i loro sforzi, molti ebrei tedeschi considerarono la sua azione come una « pugnalata nella schiena ». Ma Einstein non era uomo da lasciarsi intimorire da qualsiasi reazione del genere. Sentì anzi che questo antagonismo era già l'inizio del processo educativo a cui tendeva.

In conseguenza di ciò Einstein fu considerato da molta gente come una pecora nera fra gli studiosi tedeschi di origine ebraica. Si tentò di far risalire la sua condotta ad ogni genere di cause, per esempio alla incapacità di comprendere il carattere tedesco, all'influenza di sua moglie, alla propaganda di abili giornalisti, e persino al fatto che fosse un emissario agitatore russo. Non compresero che Einstein stava utilizzando il credito che aveva ottenuto mediante i suoi successi scientifici, e tentava di educare la comunità ebraica.

Einstein cooperava con i sionisti non solo perché

simpatizzava con lo scopo principale di questo movimento, ma anche per un piano secondario che gli era molto caro. Si trattava di instaurare una Università ebraica a Gerusalemme. Fu sempre penoso per Einstein vedere come molti giovani ebrei, che desideravano acquistare una elevata educazione, fossero ostacolati in ciò dalla discriminazione contro di essi. La maggior parte delle Università dell'Europa orientale erano contrarie ad ammettere un gran numero di studenti ebrei. Anche nel l'Europa centrale vi era una prevenzione contro l'ammissione di studenti ebrei esclusi dalle Università orientali. Ad Einstein sembrava una speciale forma di brutalità, una brutalità paradossale, il fatto che proprio questa gente, che aveva sempre avuto un rispetto ed un amore speciale per le attività intellettuali, fosse ostacolata nelle sue aspirazioni. Sebbene gli studenti ebrei fossero spesso i più interessati e diligenti, ogni ammissione di un ebreo orientale ad una Università tedesca era considerata come un atto di speciale tolleranza. Perciò anche i pochi fortunati che erano ammessi non erano considerati dagli altri come veri compagni e non si sentivano mai a loro agio. Questo pregiudizio era condiviso anche da molti insegnanti ebrei. Per questo Einstein sentì che era necessario fondare una Università ebraica, che appartenesse esclusivamente agli ebrei e dove studenti e professori fossero liberi dal disagio dovuto ad un ambiente ostile.

Fu in causa di questo piano per una Università, che Einstein venne a contatto con Chaim Weizmann, il capo riconosciuto del Movimento sionista. Come Einstein, Weizmann era uno scienziato, ma si interessava specialmente dell'applicazione della scienza ai problemi tecnici. Egli era professore di chimica all'Università di Manchester in Inghilterra, ed il suo lavoro nelle ricerche di guerra era stato di grande aiuto al Governo inglese

durante la guerra mondiale. Per conseguenza egli era diventato membro di influenti circoli inglesi, e gli fu così possibile far appoggiare i piani sionisti. Einstein intendeva collaborare per uno scopo definito col partito guidato da Weizmann, ed il piano per l'instaurazione di una Università a Gerusalemme rese più facile questa collaborazione. Weizmann stesso delineò gli scopi dell'Università in maniera lungimirante, approvata da Einstein. Egli diceva: « L'Università ebraica dovrebbe promuovere l'emancipazione del pensiero ebraico ad esercitare la parte di interprete fra il mondo orientale e quello occidentale ».

4. - *Einstein come pacifista*

Sin dalla sua infanzia Einstein fu sempre rattristato alla vista di individui che venivano addestrati ad essere degli automi, sia che essi fossero dei soldati marcianti per le strade, o studenti che imparassero il latino al ginnasio.

L'avversione all'addestramento meccanico si univa in lui ad un estremo orrore per qualsiasi violenza, ed egli nella guerra vedeva il culmine di ogni odiata brutalità meccanizzata.

Einstein pose questa avversione al di sopra di ogni convinzione politica. In una occasione, parlando ad un gruppo di Americani che lo visitavano a Berlino nel 1920, egli disse: « Il mio pacifismo è un sentimento istintivo, un sentimento che mi pervade perché l'assassinio di uomini è disgustante. Il mio atteggiamento non deriva da alcuna teoria intellettuale, ma si basa sulla mia profonda antipatia per ogni sorta di crudeltà e di odio. Posso spingermi a razionalizzare questa reazione, ma sarebbe in realtà un pensiero a posteriori ».

Poiché l'atteggiamento di Einstein verso la guerra si basava su fondamenti generali umani piuttosto che su un'idea politica, fu molto difficile per lui collaborare con

le istituzioni che avevano per iscopo la pace mondiale. Nel 1932 Einstein fu invitato alla *Commission pour la Coopération Intellectuelle* della Lega delle Nazioni. Compito di questo istituto era di render noto agli intellettuali gli scopi della Lega e di indurli ad usare il loro ingegno per il raggiungimento di questi scopi.

La commissione non andò mai oltre un certo vago inizio. Da principio però Einstein pensò che non avrebbe dovuto rifiutarsi di collaborare, e nella sua lettera di accettazione scrisse come segue: « Sebbene io debba confessare che non mi è affatto chiaro il genere di lavoro che si propone di svolgere la Commissione, considero mio dovere accettare l'invito, poiché nessuno in questi tempi deve rifiutare l'aiuto agli sforzi che vengono fatti verso la realizzazione di una cooperazione internazionale ».

Ma dopo un anno Einstein riconobbe che la Lega non impediva l'uso della forza da parte delle grandi potenze, e cercava soltanto i mezzi di indurre le nazioni deboli a sottomettersi senza resistenza alle richieste di quelle forti.

Conseguentemente egli diede le dimissioni dalla Commissione, dandone la seguente giustificazione:

« Mi sono convinto che la Lega non possiede né la forza né la necessaria buona volontà per compiere la sua opera. Come pacifista convinto, non mi sembra bene avere relazioni qualsiasi con la Lega ». In una lettera ad una rivista pacifista egli presentò una spiegazione ancor più recisa: « Io faccio questo perché le attività della Lega delle Nazioni mi hanno convinto che non ci sono azioni, per quanto brutali, commesse dall'attuale gruppo di potenze, contro cui la Lega possa prendere posizione. Io mi ritiro perché la Lega delle Nazioni, come funziona attualmente, non solo non rappresenta l'ideale di una organizzazione internazionale, ma anzi in realtà discredita questo ideale ».

L'esattezza del suo giudizio fu confermata già verso la fine dell'anno 1923, quando nel conflitto fra Grecia ed Italia la Lega si sforzò solo di far cedere la Grecia, la parte più debole. Non voleva urtare la suscettibilità dell'Italia, che stava allora celebrando la sua luna di miele col Fascismo.

Ben presto però Einstein si rese conto che il problema aveva un altro aspetto. Egli notò che le sue dimissioni dalla Commissione avevano incontrato favore negli ambienti nazionali tedeschi. In questa, come in molte altre occasioni, egli notò che, anche se si vedono molti errori in un movimento, tuttavia non è giusto rifiutarsi di appoggiarlo qualora il suo principio essenziale sia buono. Nel 1924 perciò egli entrò di nuovo nella Commissione.

Nell'occasione del decimo anniversario della Lega (1930), egli espresse l'essenza della sua opinione con queste parole: « Io non sono entusiasta di ciò che la Lega ha fatto o non ha fatto, ma tuttavia sono grato che essa esista ». Egli insistette sempre però sul fatto che, senza la collaborazione degli Stati Uniti, la Lega non sarebbe mai diventata un fattore di giustizia internazionale.

Einstein pensò sempre che gli scienziati hanno una parte speciale da sostenere nel propugnare la causa della comprensione internazionale. La natura del loro lavoro non è limitata dai confini nazionali, come capita per esempio con la storia e l'economia, e i loro giudizi di merito tendono ad essere obbiettivi.

E' perciò particolarmente facile, per gli scienziati dei vari paesi, trovare un terreno comune. Così si espresse una volta: « I rappresentanti delle scienze naturali sono inclini, dato il carattere universale dell'argomento con cui hanno a che fare e data la necessità di una cooperazione internazionale organizzata, ad una mentalità internazionale, che li orienta verso mire pacifiste...

« L'attività scientifica, dato che il suo campo è di am-

pezza mondiale, dovrebbe esercitare una potente influenza a distoglier un poco gli uomini dall'insensato nazionalismo.

« Non si può eliminare il nazionalismo se non lo si sostituisce con qualche cosa. E la scienza dà qualcosa di simile, veramente grande, a cui gli uomini si possono aggrappare ».

In ciò Einstein vide anche un compito per il popolo ebraico. Per secoli gli ebrei avevano formato una minoranza così piccola fra i loro vicini, che non avevano potuto difendersi con la forza fisica. Essi avevano mostrato come, di fronte alla violenza fisica, è possibile sopravvivere con mezzi intellettuali. In un discorso al Congresso ebraico di Berlino del 1929, Einstein disse: « L'Ebraismo ha provato che l'intelletto è l'arma migliore nella storia. Oppressi dalla violenza, gli Ebrei hanno schernito i loro nemici rifiutando la guerra e allo stesso tempo hanno insegnato la pace...

« E' dovere di noi ebrei mettere a disposizione del mondo la nostra triste esperienza, vecchia di parecchie migliaia di anni, e, attraverso le tradizioni etiche dei nostri antenati, diventare i soldati nella lotta per la pace, uniti con gli elementi più nobili di tutti i gruppi religiosi e culturali ».

L'atteggiamento di Einstein verso il pacifismo deve esser sempre ricordato, se si vuole comprendere la sua posizione politica. Man mano che il problema della riorganizzazione sociale diventava sempre più complicato, e non era più sicuro quale gruppo rappresentasse il progresso verso questa meta, Einstein si rifiutò definitivamente di associare la lotta contro la guerra con la causa del socialismo.

Il capo socialista americano Norman Thomas una volta gli chiese se egli non considerasse la realizzazione di una società socialista una condizione necessaria per ga-

rantire la pace generale. Einstein rispose: « E' più facile convincere la gente al pacifismo che al socialismo. I problemi sociali ed economici sono diventati oggi molto più difficili, ed è necessario che gli uomini e le donne imparino a credere nelle soluzioni pacifiche. Allora ci si può aspettare che essi affrontino i problemi politici ed economici in uno spirito di cooperazione. Io non direi che in un primo tempo si debba lavorare per il socialismo, ma per il pacifismo ».

Egli si rendeva conto che i problemi sociali non possono essere risolti da una semplice dichiarazione di fede del socialismo, ma che interessi molto complicati e spesso antitetici devono essere riconciliati. Ed era egualmente consapevole del paradosso insito nell'ideale della democrazia. Il popolo dovrebbe governare; tuttavia la libertà non può essere realizzata mediante una formula, ma soltanto se il sistema è retto da uomini degni della fiducia posta in essi.

La democrazia porta necessariamente alla formazione di partiti, ma in realtà il Governo di un partito spesso porta alla soppressione di gruppi opposti. Così egli scrisse nel 1930: « Il mio ideale politico è la democrazia, comunque io so molto bene che per ottenere qualsiasi scopo definito è indispensabile che un'unica persona pensi e comandi e si assuma la maggior parte della responsabilità.

« Ma quelli che sono governati non dovrebbero venire oppressi, e dovrebbe essere loro permesso di scegliersi il loro capo. Mi sembra che la distinzione che separa le classi sociali sia falsa: in ultima analisi essa si basa sulla forza. Io sono convinto che ogni sistema autocratico di violenza finisce per degenerare, perché la violenza inevitabilmente attira uomini moralmente inferiori. Il tempo ha dimostrato che ai tiranni illustri sono succeduti sempre dei malvagi ».

Einstein non pensò mai che l'essenza della democrazia consistesse nell'osservanza di certe regole formali: essa piuttosto consisteva per lui principalmente nell'assenza di qualsiasi spirito di violenza diretta contro certe parti della nazione.

Anche prima che la Germania diventasse una dittatura, egli aveva già riconosciuto i lati negativi di questo sistema, come pure quelli della apparente democrazia che ancora era in vigore.

Egli disse una volta: « Per questa ragione io sono sempre stato decisamente opposto a regimi come quelli che esistono oggi in Russia e in Italia. Ciò che ha discreditato le forme della democrazia europea non è la teoria basilare della democrazia stessa, che alcuni considerano sbagliata, ma l'instabilità dei nostri governi politici, come pure il carattere impersonale dei partiti ».

A quel tempo Einstein considerava il sistema di governo americano come una forma di democrazia superiore alla repubblica tedesca ed anche a quella francese.

Esso era basato non tanto sulle deliberazioni parlamentari e sui voti, quanto sul governo di un Presidente eletto. « Io credo — disse Einstein a un giornale americano nel 1930, — che voi negli Stati Uniti abbiate trovato la giusta idea. Scegliete un Presidente per un tempo ragionevolmente lungo e gli conferite abbastanza potere perché si renda conto delle sue responsabilità ».

Similmente durante le discussioni sulla terza elezione di Roosevelt, Einstein non poteva condividere l'idea che il numero delle volte che viene eletto un Presidente fosse importante per la democrazia. Egli attribuiva importanza molto maggiore allo spirito con cui il Presidente esercita il potere del suo ufficio. Ma mentre la questione della democrazia o del socialismo gli sembrò sempre complicata e non passibile di una soluzione mediante una formula, a quel tempo il problema del suo atteggiamento

verso il servizio militare e la guerra gli sembrava ancora semplice, dato che la sua avversione non era basata su alcuna convinzione politica.

E' anche possibile trovare delle asserzioni fatte da Einstein che sembrano « poco democratiche » e piuttosto consone alla dottrina dell'*élite*, come ad esempio: « Ciò che ha veramente valore nel trambusto della nostra vita non è la nazione, direi, ma l'individualità creativa e sensibile, la personalità, cioè colui che produce il nobile ed il sublime, mentre il gregge comune rimane ottuso nel pensiero ed insensibile nel sentimento ». Ed egli odiava ogni istituzione militare, appunto, perché esse coltivano e sviluppano proprio questo spirito di gregge. « Questo argomento mi porta a parlare del più vile prodotto dalla mentalità del gregge: l'odiosa malizia. L'uomo che gode di marciare in linee e file al ritmo della musica è al di sotto del mio disprezzo: egli ricevette il grande dono del suo cervello, il midollo spinale gli sarebbe bastato. L'eroismo a comando, questa violenza insensata, questo patriottismo ampolloso, come intensamente io li disprezzo! »

Einstein non era contrario alla dittatura in quanto questa riconosce l'esistenza di un'*élite*, ma perché cerca di sviluppare una mentalità da gregge nella maggioranza della popolazione. Questa meta, l'evitare la guerra ed il servizio militare, sembrava così desiderabile, che in questo caso egli credeva che il mezzo più primitivo e più radicale fosse anche il più efficace, e cioè il rifiuto individuale di compiere il servizio militare, come veniva praticato da certi gruppi religiosi, quali i Quaccheri e i testimoni di Jeowa. Nel 1929, essendogli stato chiesto cosa avrebbe fatto nel caso di una nuova guerra, egli rispose in una rivista: « Io mi rifiuterei incondizionatamente di prestare alcun servizio di guerra, direttamente o indirettamente, e cercherei di persuadere i miei amici a pren-

dere la stessa posizione senza tener conto come debba esser giudicata la causa della guerra ».

Nel 1931 egli mise la sua reputazione e la sua personale cooperazione al servizio del *War Resisters International* (Internazionale degli oppositori alla guerra) e diramò un appello in cui diceva: « Io faccio appello a tutti gli uomini ed a tutte le donne, siano essi eminenti o umili, affinché dichiarino che si rifiuteranno di dare qualsiasi appoggio alla guerra o alla preparazione della guerra. Io chiedo loro di dichiararlo ai loro governi per iscritto e di confermare questa loro decisione dandomi notizia di ciò che hanno fatto...

Io ho autorizzato la istituzione del Fondo Einstein per l'Internazionale degli oppositori alla guerra ».

Quando visitai la Casa degli Amici a Londra, quartier generale dei Quaccheri, vidi i ritratti di tre uomini nell'ufficio della segreteria: Gandhi, Albert Schweitzer, ed Einstein. Fui piuttosto sorpreso da questa combinazione e chiesi al segretario cosa avessero in comune queste tre persone. Stupito della mia ignoranza, egli mi informò: — Tutti e tre sono pacifisti.

5. - *Campagne contro Einstein*

Gli intellettuali tedeschi, che avevano seguito ciecamente la classe militare governante nella prima guerra mondiale, rimasero assai sconcertati quando la loro fiducia fu spezzata dalla sconfitta militare. I professori negli anni immediatamente successivi all'armistizio si sentivano come pecore senza pastore. Quando Einstein si inoltrò in questa confusa atmosfera entrando nella vita pubblica in appoggio al sionismo ed al pacifismo, una forte opposizione cominciò ad organizzarsi contro di lui.

Per gli ardenti nazionalisti, gli Ebrei ed i pacifisti

erano i capri espiatori responsabili della perdita della guerra causata dalla pugnalata nella schiena, e chiunque appoggiasse il loro movimento era oggetto di un odio violento.

Anche quelli che condividevano le idee di Einstein erano scandalizzati dal suo brusco modo di prender posizione di fronte a sentimenti opposti, ed egli cominciò ad essere considerato come una specie di *enfant terrible.* Einstein non era abituato alle macchinazioni politiche e non aveva alcun interesse in esse, e perciò le sue asserzioni erano considerate o puerili o ciniche. Col successo della sua teoria, confermata dalla spedizione inglese, e col crescere della sua fama, i suoi nemici cominciarono a deprezzare il più possibile questo successo.

Comparve improvvisamente una organizzazione il cui unico scopo era di combattere Einstein e la sua teoria. Il capo era un certo Paul Weyland, il cui passato e la cui educazione e professione erano ignoti. L'organizzazione aveva a sua disposizione grandi somme di denaro di origine ignota. Essa offriva con una certa larghezza compensi a coloro che scrivessero contro Einstein o che gli si opponessero nelle adunanze. Organizzava difatti riunioni mediante annunci murali nello stesso modo con cui si annunciavano i grandi virtuosi. La gente che parlava per questo movimento e che lo rappresentava può essere divisa in tre gruppi. Il primo gruppo comprendeva gli agenti politici della « rivoluzione da destra »: essi non sapevano assolutamente nulla di Einstein e delle sue teorie, eccettuato il fatto che egli era un ebreo ed un pacifista, che era molto considerato in Inghilterra e che cominciava ad avere influenza anche sul pubblico tedesco. Questa gente parlava molto forte e con la più gran sicurezza, come fanno normalmente i propagandisti professionali, accusando Einstein ed i suoi sostenitori di far troppa propaganda. Non entravano mai in una di-

scussione oggettiva, insinuavano in modo più o meno velato che la diffusione della teoria di Einstein era dovuta agli stessi cospiratori responsabili della disfatta tedesca. Poiché è caratteristico del modo di pensare di questo gruppo, desidero citare un articolo che apparve sulla rivista *Der Türmer*, un periodico letterario che era molto considerato nei circoli nazionalistici tedeschi.

Sotto il titolo « Fisica bolscevica », la teoria di Einstein era collegata direttamente con la situazione politica. Secondo l'opinione di molti, la sconfitta tedesca era dovuta al fatto che il presidente Woodrow Wilson aveva promesso ai tedeschi una pace giusta e con ciò li aveva spinti a concludere un armistizio, cosa a cui non li avrebbe costretti la situazione militare. L'articolo continuava: « Appena fu chiaro ai Tedeschi inorriditi che essi erano stati spaventosamente truffati dalla nobile politica del professor Wilson ed abbindolati con l'aiuto dell'aureola professorale, ecco che un nuovo successo professorale stava per essere presentato ai Tedeschi col massimo entusiasmo come se si trattasse del vertice delle ricerche scientifiche.

« E sfortunatamente anche persone di elevata cultura si dovettero annoverare fra gli ammiratori del professor Einstein, dichiarato il novello Copernico, poiché fra di loro vi sono molti insegnanti dell'Università. Eppure, per usar parole senza riguardo, si tratta di un infame scandalo scientifico, che si adatta molto bene al quadro presentato da questo periodo politico che è il più tragico fra tutti i periodi. In ultima analisi non si possono biasimare i lavoratori di lasciarsi trascinare da Marx, quando i professori tedeschi si permettono di farsi sedurre da Einstein ».

In questo movimento contro Einstein un secondo gruppo era composto di parecchi fisici che avevano acquistato una certa reputazione nei circoli professio-

nali in seguito a particolari esperimenti, e che ora si meravigliavano che qualcuno potesse acquistare fama mondiale per le costruzioni della sua immaginazione creativa. Essi non riuscivano a comprendere la necessità di generalizzazioni lungimiranti come quella di Einstein. Vedevano soltanto che i fisici onesti e dediti ad un duro lavoro erano stati trascurati in favore di un frivolo inventore di ipotesi fantastiche. Cominciava già a nascere l'idea che l'abilità di osservare fedelmente la natura fosse una caratteristica della razza nordica, che conseguentemente mancava ad Einstein.

Il terzo gruppo era costituito da tutti quei filosofi che sostenevano certi sistemi filosofici in disaccordo con la teoria della relatività. O, per dire più precisamente, essi non comprendevano il significato fisico esatto della teoria della relatività, e perciò le attribuivano una interpretazione metafisica, che essa in realtà non conteneva.

Pertanto accusavano questa filosofia che avevano essi stessi inventata. Anche qui appariva già la concezione che il filosofo ariano nordico toccava la vera profondità della natura, mentre le altre razze si accontentavano di discutere come la natura possa essere descritta da differenti punti di vista.

Ma poiché i fisici, come pure i filosofi, sono quasi sempre molto ingenui, o più semplicemente non hanno idee riguardo alla psicologia individuale e politica, gli ultimi due gruppi spesso non si rendevano neppure conto di agire al servizio di una particolare propaganda politica.

Quando Paul Weyland organizzò il suo primo convegno alla Filarmonica di Berlino, si sforzò anche di assicurarsi degli oratori che fossero di origine ebrea, allo scopo di creare una specie di cortina di fumo. In questo primo raduno Weyland, il cui discorso era più politico che scientifico, fu seguito da E. Gehrcke, un fisico sperimentale competente di Berlino, il quale criticava la teoria dal

punto di vista di chi, pur non facendo errori nei suoi esperimenti, manca completamente dell'acuta comprensione e della fantasia necessaria per passare dai fatti particolari ad una sintesi generale. Gente simile normalmente era disposta ad accettare le vecchie ipotesi, perché per abitudine aveva dimenticato che queste non erano fatti, e stigmatizzava le nuove teorie come « assurde » e « opposte allo spirito della scienza empirica ». Era stato invitato anche un rappresentante della filosofia che avrebbe dovuto provare che la teoria di Einstein non era « verità » ma semplicemente « invenzione ». Egli era di origine ebrea ed il suo discorso avrebbe dovuto essere la cosa più interessante del convegno. Ma, nonostante la sua ingenuità politica e i pressanti telegrammi, egli si rifiutò all'ultimo momento, perché alcuni amici gli avevano spiegato lo scopo del congresso. Perciò il primo attacco avvenne senza il crisma della filosofia.

Einstein assistette a questo convegno come spettatore ed applaudì anche agli attacchi, amichevolmente. Egli amò sempre considerare gli eventi del mondo circostante come spettatore in un teatro. I raduni di questo gruppo erano divertenti come le sedute della Università di Praga o dell'Accademia prussiana delle Scienze.

Altri convegni di questo gruppo vennero fatti in quell'anno ed il « caso Einstein » divenne argomento costante della stampa. Ad Einstein veniva continuamente richiesto di esprimere pubblicamente la sua opinione su questi attacchi. Ma a lui ripugnava di comportarsi come se pensasse di avere a che fare con discussioni scientifiche. Egli non desiderava discutere pubblicamente questioni che per la maggior parte della gente erano incomprensibili, e che non avevano parte alcuna in questi convegni. Finalmente, per por fine a tutta questa faccenda, egli scrisse in un giornale di Berlino che sarebbe stato senza senso rispondere in maniera scientifica su argomenti che non

venivano considerati scientificamente. Il pubblico non sarebbe stato in grado di giudicare chi aveva ragione. Perciò egli diceva semplicemente: « Se io fossi un tedesco nazionalista con o senza svastica, invece di essere un ebreo con opinioni liberali, internazionali, allora... ».

Questo era più comprensibile per ognuno di quanto non lo sarebbero stati argomenti scientifici.

Allora gli oppositori di Einstein divennero più accaniti che mai e asserirono che Einstein stava trasformando una discussione scientifica in una politica. In realtà, egli ancora una volta era stato l'*enfant terrible* ed aveva semplicemente chiamato le cose col loro giusto nome. Sebbene molti dei suoi amici preferissero il contrario, si comportò come se non comprendesse gli argomenti dei suoi oppositori.

In questo tempo egli cominciò a sentirsi a disagio a Berlino e corse voce che avrebbe lasciato la Germania. Gli fu anche offerta una cattedra nella Università olandese di Leida. Quando gli fu chiesto se egli realmente desiderasse lasciare Berlino, disse: « Sarebbe così straordinaria una simile decisione? La mia situazione è come quella di un uomo che giace su un bel letto, dove viene torturato dalle cimici. Ciò nondimeno aspettiamo, e vediamo che sviluppo prendono le cose ».

Il movimento contro Einstein acquistò una certa rispettabilità quando si pose alla sua testa un fisico generalmente considerato come uomo di prim'ordine nella sua professione. Ho già parlato di Philipp Lenard in diverse occasioni. Nel 1905 Einstein basò la sua nuova concezione della luce sulle osservazioni di Lenard. Per questi ed altri esperimenti condotti con grande acume, Lenard ricevette il premio Nobel. Egli non era molto versato, però, a derivare leggi generali dalle sue osservazioni. Quando tentò di farlo si perdette in ipotesi complicate che

non poterono contribuire ad alcuna chiarificazione. Egli perciò non ottenne nessun riconoscimento come teorico. Fu uno dei fisici che durante la Guerra Mondiale erano diventati nazionalisti accesi, e nemici acerrimi dell'Inghilterra. Egli considerò la disfatta, che era venuta inaspettatamente per lui e per tutti gli altri che professavano le stesse idee politiche, come l'opera di potenze internazionali, in modo particolare dei socialisti e dei pacifisti. Era uno di quelli che accusavano gli Ebrei di tenere in mano tutti i fili nel retroscena. Lenard ben presto si unì al gruppo di Hitler e fu uno dei membri più anziani del Partito nazional-socialista.

Egli non si capacitava che Einstein avesse un così gran successo dopo la guerra. Prima di tutto quest'uomo non era uno sperimentatore; in secondo luogo era l'inventore di una teoria assurda, che contraddiceva il senso comune quale si esprimeva nella fisica meccanicistica; e in terzo luogo, per di più, era un ebreo ed un pacifista. Per Lenard tutto ciò era più di quanto si potesse sopportare, ed egli mise la sua reputazione ed il suo prestigio al servizio degli oppositori di Einstein. In lui erano uniti i motivi di tutti e tre i gruppi che si opponevano ad Einstein: gli agenti della « rivoluzione da destra », i puri empirici, ed i sostenitori di una certa filosofia.

Il fanatismo nazionalistico di Lenard si rivelò in parecchi incidenti. Una volta il ben noto fisico russo A. F. Joffe, in viaggio attraverso la Germania dopo la guerra per riprendere contatto coi colleghi tedeschi, passando da Heidelberg volle visitare Lenard per discutere con lui argomenti scientifici. Egli chiese al portiere dell'Istituto di annunciarlo a Lenard. Il portiere tornò e disse a Joffe: « Herr Geheimrat Lenard mi ordina di dirle che ha cose più importanti da fare che chiacchierare con i nemici della sua patria ».

Come è ben noto, in tutto il mondo l'unità di intensità di corrente elettrica è chiamata ampère dal nome del fisico matematico francese André M. Ampère. Lenard invece ordinò che nel suo laboratorio l'unità elettrica dovesse cambiare il suo nome francese ed assumere il nome di un fisico tedesco, Weber. Questo cambiamento fu fatto su tutti gli strumenti del laboratorio di Heidelberg.

Ogni anno in settembre vi era un raduno di tutti gli scienziati e gli insegnanti di lingua tedesca. Normalmente parecchie migliaia di persone si radunavano. Nel 1920 questo raduno doveva aver luogo alle ben note acque di Bad Nauheim. Era pure in programma la discussione di alcune relazioni riguardanti la teoria della relatività. Lenard decise di cogliere questa occasione per attaccare le teorie di Einstein di fronte agli scienziati riuniti e dimostrarne l'assurdità.

Questo divenne noto a tutti, e la seduta fu attesa come se si trattasse di un incontro decisivo e sensazionale di un parlamento. Max Planck era il presidente. Questo grande scienziato e uomo raffinato detestava ogni sorta di scandalo. Egli si adoperò per disporre la seduta in modo da tenere il dibattito al livello in cui gli scienziati normalmente discutono i loro argomenti e impedire che fossero introdotti punti di vista non scientifici. Fece sì che la maggior parte del tempo disponibile fosse impiegata in discussioni puramente matematiche e tecniche. Non rimaneva molto tempo per l'attacco di Lenard e per il dibattito che ne sarebbe seguito. Ogni preparativo era fatto per impedire qualsiasi effetto drammatico.

Le questioni di principio non furono toccate durante i lunghi resoconti che erano pieni di formule matematiche. Infine Lenard si accinse ad un breve discorso in cui attaccò Einstein, ma senza introdurre alcun elemento emotivo. I suoi argomenti non erano né che la teoria fosse in

contradizione con i risultati sperimentali, né che essa contenesse contraddizioni logiche, ma che in realtà essa era contraria al modo di concepire le cose dell'ordinario senso comune. In fondo era soltanto una critica ad un linguaggio che non era quello della fisica meccanicistica.

Einstein rispose molto brevemente e altri due oratori parlarono ancora più brevemente pro e contro Einstein. Con ciò la seduta ebbe fine. Planck poté finalmente tirare un sospiro di sollievo, dato che la seduta era trascorsa senza serii conflitti. I poliziotti armati che avevano sorvegliato l'edificio furono congedati. Planck era così di buon umore che chiuse le seduta con uno di quegli scherzi banali che sono diventati comuni tra i non fisici: « Poiché sfortunatamente la teoria della relatività non ha ancora reso possibile di allungare l'intervallo di tempo assoluto disponibile per la nostra seduta, questa deve essere rinviata ».

In certo modo l'incomprensione del significato filosofico della teoria di Einstein fra i fisici professionisti era di ostácolo ad un serio dibattito in cui sarebbe stato possibile spiegare il vero contenuto della teoria ai suoi oppositori bene intenzionati. In conseguenza si andava diffondendo l'impressione che, mentre la teoria di Einstein poteva avere un significato per i matematici, tuttavia per una mente filosofica conteneva varie assurdità.

Così anche Lenard ebbe l'impressione che i suoi argomenti non fossero stati seguiti con sufficiente attenzione, e che la massa dei fisici e dei matematici non avesse creduto opportuno prender parte ad una discussione fondamentale su larga scala.

Per il momento probabilmente i fisici si sentivano sollevati dal fatto che nulla di peggio fosse successo; ciò nondimeno si perdette l'occasione di un dibattito che fosse realmente chiarificatore per la maggior parte degli scienziati e delle persone colte.

L'opposizione di Lenard e dei suoi sostenitori contro la teoria di Einstein fu frenata da un fatto.

Sebbene le basi della teoria potessero essere qualificate come « assurde » e « torbide », tuttavia era innegabile che da questa assurda teoria si potevano trarre delle deduzioni che ogni scienziato doveva riconoscere utili ed importanti. Anche il più acceso oppositore, se era un fisico od un chimico, doveva fare i conti con la formula che rappresentava la relazione fra massa e energia. Se viene ceduta l'energia E, questa è equivalente ad una perdita di massa E/c^2, dove c è la velocità della luce (vedi cap. III).

Anche il più zelante degli appartenenti alla « rivoluzione da destra » doveva usare questa formula $E = mc^2$, se voleva penetrare nel nucleo dell'atomo.

Perciò Lenard ed il suo gruppo si adoperarono per separare questa legge dalla sua relazione con la teoria di Einstein, e per trovare che essa era già nota prima di Einstein, essendo stata proposta da un fisico di cui essi approvavano l'origine razziale ed i sentimenti.

Negli scritti di coloro che vogliono evitare ad ogni costo il nome di Einstein, la legge della trasformazione della massa in energia si trova spesso come « principio » di Hasenöhrl. E' interessante forse, per una completa comprensione dell'ambiente in cui lavorava Einstein, descrivere come avveniva questa deliberata abolizione del suo nome.

Si conosceva da tempo che la luce, battendo su una superficie, esercita una pressione, come se delle particelle fossero proiettate contro la superficie. Nel 1904 il fisico austriaco Hasenöhrl concluse da ciò: se la radiazione luminosa è chiusa in un recipiente essa esercita una pressione sulle pareti. Anche se il recipiente non avesse alcuna massa materiale, a causa della pressione della radiazione racchiusa dovrebbe, sotto l'azione di una for-

za, comportarsi come un corpo con massa materiale. E questa massa « apparente » è proporzionale all'energia racchiusa. Quando il recipiente irradia l'energia E, la massa « apparente » m diminuisce secondo $E = mc^2$.

Questo principio è evidentemente un caso speciale della legge di Einstein. Se una radiazione è già contenuta in un corpo, la sua massa diminuirà quando la radiazione viene ceduta all'esterno. La legge di Einstein però è molto più generale. Egli dice che la massa di un corpo, di qualunque natura esso sia, decresce se il corpo perde energia in una maniera qualsiasi.

Lenard ed il suo gruppo, però, stavano cercando un sostituto per il nome di Einstein. Vi erano molti fattori esterni che favorivano la scelta del nome di Hasenöhrl. Durante la guerra mondiale egli aveva combattuto nell'esercito austriaco, cioè dalla parte della Germania, ed era morto in battaglia all'età di quarant'anni. Egli appariva perciò come la figura ideale agli occhi dei nemici di Einstein: un eroe ed un esempio per la gioventù tedesca, che era proprio l'antitesi di Einstein, l'astratto speculatore ed il pacifista internazionale. In realtà Hasenöhrl era stato un onesto e competente scienziato ed un sincero ammiratore di Einstein.

La leggenda ebbe origine col libro di Lenard « *Grandi uomini di scienza* ». L'autore presentava una serie di biografie di grandi uomini come Galileo, Keplero, Newton, Faraday ed altri e conchiudeva con la biografia di Hasenöhrl. Allo scopo di allacciarlo con i precedenti eroi, Lenard dice di lui: « Egli amava la musica ed il suo violino come Galileo il suo liuto: era molto affezionato alla famiglia ed estremamente modesto come Keplero ». Più avanti egli dice, per concludere su Hasenöhrl: « L'applicazione della sua idea è oggi molto progredita; anche se quasi intieramente sotto il nome di altri ». « Altri » evidentemente significa Einstein.

VIII

VIAGGI ATTRAVERSO L'EUROPA L'AMERICA E L'ASIA

1. - *Olanda*

Gli attacchi contro Einstein ebbero come conseguenza di far nascere l'interesse per le sue teorie in tutte le classi di ogni paese. Teorie che non erano di grande significato per la massa, e quasi incomprensibili per essa, divennero il centro di controversie politiche. In un periodo in cui ideali politici erano stati frantumati dalla guerra e venivano cercati nuove filosofie e nuovi sistemi politici, il pubblico era perplesso e misteriosamente attratto dai rapporti fra i lavori scientifici di Einstein e la politica. L'interesse del pubblico andò aumentando con la comparsa di articoli filosofici pubblicati sui giornali quotidiani, che stabilivano che le teorie di Einstein potevano forse essere di qualche importanza in fisica, ma certo non erano filosoficamente vere.

Il pubblico si chiedeva che sorta di uomo fosse questo Einstein e desiderava vedere ed udire il famoso scienziato in persona. Da ogni paese Einstein cominciò a ricevere inviti per recarsi a fare conferenze. Era stupito, ma lieto di compiacere ai desideri della gente. Egli era ben felice di lasciare la ristretta cerchia dei suoi colleghi e di venire a contatto con nuovi ambienti. Era anche

piacevole per lui lasciare Berlino e la Germania e allontanarsi da quella atmosfera tormentata e minacciosa e vedere nuovi paesi.

Questi viaggi e le sue comparse in pubblico, però, diedero nuova esca agli attacchi contro Einstein. Anche qualche scienziato tedesco ne fu infastidito, ed uno di essi, un tenace sperimentatore di laboratorio, scrisse un articolo intitolato *La suggestione di massa della teoria della relatività*. In esso egli dava una interpretazione dei viaggi di Einstein secondo il suo punto di vista. Scriveva: « Non appena il carattere erroneo della teoria della relatività divenne evidente nei circoli scientifici, Einstein si rivolse sempre più alle masse ed esibì se stesso e la sua teoria facendosi la maggior pubblicità ».

Il primo esempio di questa pubblicità non scientifica fu la conferenza di Einstein nella antica e famosa Università di Leida in Olanda. Colà egli parlò davanti a millequattrocento studenti di quel famoso centro di scienza fisica su « Etere e teoria della relatività ». Questa conferenza portò a molte interpretazioni errate. Einstein, il quale prima aveva proposto che il termine etere venisse abbandonato, ad evitare ogni confusione con un mezzo materiale, discuteva ora un'altra proposta, e cioè che il termine etere venisse usato in luogo di spazio curvo, o, che è lo stesso, in luogo del campo gravitazionale presente nello spazio. La nuova proposta di Einstein irritò alcuni fisici, ne soddisfece altri. Molti furono incapaci di distinguere fra la proposta di usare una parola in un certo senso e l'asserzione di un fatto fisico. Essi dicevano: « Per molto tempo ci sforzammo di persuaderci del fatto sensazionale che l'etere fosse abolito, ed ora Einstein stesso lo introduce di nuovo. Quest'uomo non deve essere preso seriamente: si contraddice di continuo ».

Einstein, comunque, fu lieto di esser venuto nella quieta e piacevole città di Leida, fra buoni amici, lon-

tano dalle controversie di Berlino. Gli piaceva discutere con un fisico di questa città, Paul Ehrenferst, viennese di nascita, che aveva sposato una russa, dottoressa in fisica. Marito e moglie erano infaticabilmente pronti a discutere con Einstein le questioni più sottili riguardo le relazioni logiche delle proposizioni fisiche. Einstein fu anche nominato professore a Leida, ma gli si richiese solo di far lezioni poche settimane all'anno. Era comunque piacevole avere questo periodo di riposo ogni anno. A Berlino ci si domandava se Einstein si sarebbe trasferito permanentemente in Olanda. I suoi oppositori facevano ogni tentativo per rendergli spiacevole la permanenza in Germania. Molti tedeschi pensavano che avrebbero dovuto essere grati ad Einstein perché, data la sua popolarità all'estero, egli accresceva il prestigio della Germania dopo la sconfitta. I suoi nemici invece iniziarono una campagna contro di lui, sostenendo che egli faceva propaganda all' estero soltanto per se stesso e non per la Germania. Hänisch, Ministro prussiano dell'Educazione e membro del partito social-democratico, scrisse ad Einstein una lettera ansiosa, pregandolo di non lasciarsi impressionare da questi attacchi e di rimanere in Germania.

Il Governo della Repubblica tedesca era ben conscio di quale valore egli fosse per la cultura tedesca e per il suo prestigio in tutto il mondo. Al Governo tedesco anzi spiaceva che la nuova grande teoria di uno scienziato tedesco fosse stata studiata e confermata da astronomi inglesi, di modo che una gran parte della fama che ne derivava fosse andata perduta per i Tedeschi. Il Ministro richiese ad Einstein di valersi dell'assistenza degli osservatori tedeschi e gli promise l'appoggio del Governo. Einstein, che apprezzava molto Berlino come centro di scienza e di ricerche, comprendeva bene che era doveroso, per chiunque fosse dotato di mente progredita, fare tutto il

possibile per aumentare il prestigio della Repubblica tedesca. Egli scrisse una lettera al Ministro, in cui diceva: « Berlino è il posto a cui sono legato dai più stretti legami umani e scientifici ». Promise di rimanere a Berlino sin che gli fosse stato possibile, e fece anzi richiesta di avere la cittadinanza tedesca, cosa che egli non aveva voluto accettare dal Governo Imperiale. Egli divenne così cittadino tedesco, cosa che in seguito gli procurò molte noie.

2. - *Cecoslovacchia*

A Praga, che era ora la capitale della nuova Repubblica cecoslovacca, era stata costituita una società Urania allo scopo di organizzare conferenze per la popolazione di lingua tedesca, ed in modo particolare per render note le grandi personalità della nuova Repubblica tedesca. Il presidente dell'Urania, dott. O. Frankel, invitò Einstein per una conferenza a Praga. Einstein, che desiderava rivivere il periodo quieto che aveva trascorso lavorando a Praga, colse l'occasione per visitare di nuovo la sua vecchia Università ed i suoi amici. Era anche interessato di conoscere il nuovo Stato democratico, che sotto la guida del Presidente Masaryk era sorto dalle rovine della Monarchia absburgica. Lo stato psicologico della minoranza tedesca a Praga ed in generale nella Cecoslovacchia era simile a quello della popolazione del vinto Reich tedesco nei confronti del resto dell'Europa. La visita di Einstein sollevò il morale dei Tedeschi di Cecoslovacchia, quelli che furono più tardi chiamati « Tedeschi Sudeti » e che ebbero una parte fatale nella crisi che condusse alla seconda Guerra Mondiale.

Quando fu annunciata la visita di Einstein, uno dei giornali di questa minoranza scrisse: « L'intiero mondo ora potrà vedere che una razza da cui è uscito un uomo

come Einstein, la razza dei Tedeschi Sudeti, non potrà mai essere soppressa ». Era questo un modo di agire tipicamente nazionalistico. Da una parte si faceva ogni sforzo per rendere la razza libera da ogni mescolanza straniera; dall'altra, quando qualche persona era utile, anche se non aveva neppure trascorso due anni fra questa razza, era considerata come suo membro.

Al principio del 1921 Einstein tornò a Praga, dove a quel tempo io stavo insegnando come suo successore.

Non lo avevo visto da anni. Ricordavo solo il grande fisico, l'uomo dotato di una artistica e spesso scherzosa visione del mondo, che aveva già a quel tempo una grande reputazione fra gli scienziati. Ma durante gli anni successivi egli era diventato una celebrità internazionale, un uomo che ognuno riconosceva dalla sua fotografia sui giornali, la cui opinione in politica ed arte era ricercata da ogni reporter, il cui autografo era desiderato da ogni collezionista; in breve un uomo la cui vita non apparteneva più interamente a lui stesso. Come spesso accade in casi simili, egli non era più semplicemente un individuo, era ora diventato un simbolo, una bandiera verso cui erano diretti gli sguardi di intiere masse.

Io ero perciò molto incuriosito di incontrarlo di nuovo, e mi preoccupavo del modo in cui avrei potuto assicurargli un soggiorno possibilmente tranquillo ed evitargli di essere infastidito dai suoi obblighi di uomo famoso. Quando lo incontrai alla stazione, egli aveva cambiato assai poco, sembrava ancora un virtuoso di violino ambulante, con quell'atteggiamento che esprimeva infantilità e nello stesso tempo piena sicurezza di sé e che attirava la gente, ma talvolta anche la offendeva. Io ero sposato da poco, allora, e durante questo periodo di dopoguerra era così difficile trovare un appartamento, che vivevo con mia moglie nel mio ufficio, nel laboratorio di fisica. Era la stessa stanza, con molte grandi finestre af-

facciate sul giardino del manicomio, che a suo tempo era stata l'ufficio di Einstein. Poiché Einstein in un albergo sarebbe stato esposto alla curiosità della gente, io gli suggerii di passar la notte in questa stanza su di un sofà. Questo forse non era abbastanza conveniente per un uomo tanto famoso, ma si adattava molto bene al suo gusto per la vita semplice e per le situazioni che fossero in contrasto con le convenzioni sociali. Non dicemmo nulla a nessuno di questa sistemazione, e nessun giornalista e nessun'altra persona seppe dove Einstein passava la notte. Mia moglie ed io dormimmo in un'altra stanza. Al mattino andai da Einstein e gli chiesi come avesse dormito. Egli rispose: « Mi sono sentito come se fossi stato in una chiesa. E' un'impressione notevole svegliarsi in una camera così tranquilla ».

Andammo prima alla polizia, dove, come si usava nel periodo dopo la guerra, ogni straniero doveva presentarsi. Poi visitammo il laboratorio di fisica dell'Università ceca. I professori furono piacevolmente sorpresi di vedere Einstein, il cui ritratto era appeso alla parete, e che appariva ora in persona nella loro stanza. Con questa visita Einstein desiderava esprimere la sua simtia per la nuova Repubblica cecoslovacca e la sua politica democratica sotto il governo di Masaryk.

A Praga, come in tutte le città che avevano appartenuto alla monarchia austro-ungarica, gran parte della vita sociale si svolgeva nei caffè. Qui la gente leggeva giornali e riviste, incontrava amici e conoscenze, e discuteva di questioni scientifiche, artistiche o politiche.

Nuovi partiti politici, circoli letterari e grandi ditte di affari si fondavano nei caffè. Spesso però la gente sedeva da sola leggendo libri o scrivendo cose proprie. Molti studenti preparavano qui i loro esami, perché le loro stanze erano troppo scure, o troppo fredde, o semplicemente troppo tristi.

Einstein desiderava visitare questi posti e mi disse: Dovremmo recarci in parecchi caffè e vedere che aspetto hanno i vari posti frequentati dalle differenti classi sociali ». Visitammo perciò parecchi caffè. In uno vedemmo nazionalisti cechi, in un altro nazionalisti tedeschi; qua erano ebrei, là comunisti, attori, professori d'Università e così via. Tornando a casa Einstein mi disse: « Ora dobbiamo comprare qualche cosa da mangiare, così tua moglie non avrà troppo disturbo ». A quel tempo mia moglie ed io preparavamo i nostri pasti su un fornello a gas del tipo di quelli usati per esperimenti nei laboratori di fisica e di chimica, un così detto becco Bunsen.

Ciò avveniva nella stessa vasta camera in cui si viveva e dove Einstein aveva dormito. Tornammo a casa portando del fegato di vitello che avevamo comprato. Mentre mia moglie cucinava il fegato sul gas, io sedevo con Einstein conversando di ogni sorta di cose. Improvvisamente Einstein guardò con apprensione il fegato e corse da mia moglie: « Cosa fate mai? Fate bollire il fegato nell'acqua? Sapete certamente che il punto di ebollizione dell'acqua è troppo basso per permettere al fegato di cuocere. Dovete usare una sostanza che abbia un punto di ebollizione più alto, come burro o grasso ». Mia moglie era stata sino allora studentessa in un collegio e non si destreggiava molto a far da mangiare. Ma il consiglio di Einstein salvò il pranzo; e noi avemmo un motivo di divertimento per tutta la nostra vita coniugale, perché ogni volta che veniva menzionata la teoria di Einstein, mia moglie si ricordava della sua teoria per friggere il fegato.

Quella sera egli tenne la conferenza alla associazione Urania. Era la prima conferenza popolare di Einstein che io avessi mai sentito. La sala era inverosimilmente affollata, perché ognuno voleva vedere il famoso uomo

che aveva sovvertito le leggi dell'universo e dimostrato la curvatura dello spazio. Il pubblico ordinario non sapeva in realtà se ciò fosse una colossale fandonia o un successo scientifico. Ciò non di meno era pronto a stupirsi per entrambe le cose. Mentre stavamo entrando per la conferenza, un uomo molto influente nella vita pubblica, che aveva anzi fatto molto per organizzare questa manifestazione, si spinse attraverso la folla e mi disse: « Per favore, mi dica subito una parola, vi è qualche verità in questo Einstein o sono tutte chiacchiere? ». Einstein parlò il più semplicemente e il più chiaramente possibile. Ma il pubblico era troppo eccitato per capire il significato della conferenza. Vi era più desiderio di assistere ad un avvenimento eccitante, che di comprendere.

Dopo la conferenza, il presidente dell'Urania radunò un certo numero di ospiti per passare la serata con Einstein. Si fecero molti discorsi: quando ad Einstein toccò rispondere egli disse: « Sarebbe forse più piacevole e più comprensibile, se invece di farvi un discorso io vi suonassi un po' di violino ». Gli era più facile esprimere i suoi sentimenti in questo modo. Egli eseguì una sonata di Mozart, alla sua maniera semplice, precisa e perciò doppiamente commovente.

Einstein rimase a Praga un'altra sera per partecipare ad una discussione sulle sue teorie, che si doveva effettuare all'Urania davanti ad un vasto uditorio. Il principale oppositore di Einstein era un filosofo dell'Università di Praga, Oskar Kraus, un acuto pensatore in filosofia del diritto, la cui concezione sulle discussioni scientifiche però era piuttosto simile a quella di un consigliere di tribunale.

Non fece alcun tentativo di ricercare la verità, ma si limitò a confutare il suo oppositore, trovando passaggi contraddittori negli scritti dei sostenitori di Einstein. In questo egli ebbe successo. Chiunque voglia pre-

sentare un argomento complesso in forma popolare, deve introdurre qualche semplificazione. Ma ogni autore le introduce in punti differenti, secondo il suo gusto e secondo la sua opinione del gusto dei lettori. Se ogni asserzione di un divulgatore viene presa alla lettera, ne devono per forza sorgere delle contraddizioni. Ma ciò non ha nulla a che fare con l'esattezza delle teorie di Einstein.

Il professor Kraus era un sostenitore tipico dell'idea che varie cose si possono imparare sul comportamento geometrico e fisico dei corpi, tramite la semplice intuizione. Ogni cosa che contraddicesse questa intuizione era da lui considerata assurda. Fra queste assurdità egli comprendeva l'asserzione di Einstein secondo cui la geometria euclidea, che tutti abbiamo appreso a scuola, non poteva essere rigorosamente esatta. Poiché nell'opinione di Kraus le verità della geometria ordinaria avrebbero dovuto essere chiare per ogni persona normale, egli si stupiva del fatto che una persona come Einstein potesse pensare l'opposto. Sua moglie mi pregò di non parlargli della teoria di Einstein: mi riferì che egli spesso nel sonno parlava di questo e si eccitava all'idea che vi fosse gente capace di credere a tali assurdità. Era per lui un tormento pensare che una cosa simile fosse possibile.

Questo filosofo fu il più importante oratore contro Einstein. Io presiedevo a questa discussione e facevo del mio meglio per mantenerla su un tono tranquillo. Era presente un gran numero di persone desiderose di cogliere questa occasione, che non si sarebbe più presentata un'altra volta.

Essi potevano ora lanciare direttamente contro il famoso Einstein le idee che si erano formate privatamente, ed egli era obbligato ad ascoltarle. Capitarono parecchi episodi buffi. Un professore di ingegneria meccanica all'Istituto di Tecnologia fece qualche osservazione sba-

gliata, ma che sembrava piuttosto ragionevole. Dopo la conferenza Einstein mi disse: « Quell'operaio parlava ingenuamente, ma in modo non del tutto sciocco ». Quando io risposi che quello non era un operaio, ma un professore di ingegneria, egli disse: « In tal caso era troppo ingenuo ».

Il giorno seguente Einstein doveva partire, ma nelle prime ore del pomeriggio si era già divulgata la notizia che Einstein stava nel laboratorio di Fisica, e molta gente arrivò per parlargli. Ebbi molte difficoltà per organizzargli una partenza tranquilla. Tra gli altri, un giovane aveva portato un gran manoscritto. Sulla base dell'equazione di Einstein $E = mc^2$, egli voleva usare l'energia contenuta entro l'atomo per produrre un terribile esplosivo, e aveva inventato una specie di macchina che non riusciva a far funzionare. Egli mi disse che aveva atteso questo momento da anni e che a tutti i costi voleva parlare ad Einstein personalmente. Io infine chiesi ad Einstein di riceverlo. Non vi era più molto tempo disponibile, ed Einstein gli disse: « Si calmi. Non ha perduto nulla se io non discuto il suo lavoro con lei nei particolari, si vede a prima vista che è pazzesco. Non può apprendere di più da una discussione più lunga ». Einstein aveva già visto un centinaio di invenzioni simili. Ma venticinque anni dopo, nel 1945, una macchina del genere, reale, scoppiò a Hiroshima.

3. - *Austria*

Da Praga, Einstein andò a Vienna dove doveva tenere un'altra conferenza. La Vienna di questo periodo postbellico era completamente diversa dalla città che Einstein aveva visitato nel 1913. Non era più la capitale di un grande impero, ma soltanto quella di una piccola repubblica.

Fra le conoscenze di Einstein si erano verificati dei notevoli cambiamenti. Il suo amico Friedrich Adler era diventato una figura pubblica. Durante la guerra, quando il Governo austriaco si rifiutò di convocare il Parlamento e di sottoporre la sua condotta al giudizio dei rappresentanti del popolo, Friedrich Adler, imbevuto del fanatico desiderio di compiere ciò che riteneva giusto, aveva sparato contro il capo del governo durante un pranzo in un albergo.

Adler fu arrestato e condannato a morte, ma l'Imperatore commutò la sentenza nel carcere a vita, poiché il padre di Adler, sebbene capo dei socialisti, era un uomo molto stimato nei circoli governativi. Si sostenne l'ipotesi che Adler non fosse in possesso delle proprie facoltà mentali quando commise l'assassinio. Questa ipotesi rese più facile la commutazione della pena, ma le investigazioni sul suo stato mentale furono assai severe. Durante la sua prigionia, Adler aveva scritto un lavoro sulla teoria della relatività di Einstein; egli credeva di poter presentare degli argomenti gravi contro di essa. Questo manoscritto fu mandato dalla Corte ad esperti psichiatri e fisici. Essi dovevano stabilire se da ciò si poteva trarre la conclusione che l'autore fosse mentalmente tarato. Per questo ricevetti una copia del manoscritto. Gli esperti, specialmente i fisici si trovarono in una situazione ben difficile. Il padre di Adler e la famiglia desideravano che questo lavoro costituisse la prova della sua alterazione mentale. Ma ciò sarebbe stato molto offensivo per l'autore, poiché egli credeva di aver compiuto un eccellente lavoro scientifico.

Inoltre, considerando obbiettivamente la cosa, non vi era nulla di anormale in esso, escluso il fatto che i suoi argomenti erano sbagliati. Io immagino, comunque, che egli debba la commutazione della sua pena piuttosto al prestigio del padre ed alla tendenza del Governo Impe-

riale a venire a dei compromessi, piuttosto che all'erroneità dei suoi argomenti contro la teoria della relatività.

A Vienna Einstein viveva col ben noto fisico Felix Ehrenhaft il cui metodo di lavoro era diametralmente opposto a quello di Einstein, ma con cui Einstein qualche volta andava d'accordo proprio per questa ragione. Einstein si interessava di determinare quanto si poteva dedurre da pochi principii fondamentali. Quanto più numerosi fenomeni naturali potevano essere fatti rientrare entro un semplice modello, tanto più interessanti essi erano per lui. Ehrenhaft, invece, era l' uomo dell'esperienza diretta. Egli credeva solo ciò che vedeva, e continuamente scopriva fenomeni isolati che non si adattavano allo schema generale. Per questa ragione veniva spesso considerato con sdegno da gente che accettava lo schema generale come un articolo di fede. Un uomo come Einstein, che aveva lui stesso creato questo principio generale, si sentiva misteriosamente attratto ogni volta che udiva delle irregolarità. Anche se non credeva che esistessero, tuttavia pensava che vi fossero i germi di nuove conoscenze in queste osservazioni.

La moglie di Ehrenhaft era una figura notevole fra le donne di Vienna. Era anch'ella dottoressa in fisica, ed organizzatrice eccezionale per l'educazione delle ragazze in Austria. Fu stupita quando Einstein arrivò con un solo colletto bianco e gli chiese: « Forse ha dimenticato qualche cosa a casa? ». Egli rispose: « Affatto. Questo è tutto ciò che mi occorre ». Da buona donna di casa, ella mandò dal sarto a far stirare una delle due paia di calzoni che egli aveva portato con sé. Ma con sua grande costernazione notò che alla conferenza egli si mise il paio non stirato. La signora Ehrenhaft pensò che egli doveva aver lasciato a casa le sue pantofole e gliene comprò un paio. Quando lo incontrò in sala prima di colazione vide che era scalzo.

Gli chiese se non avesse visto le pantofole in stanza. « Sono una zavorra del tutto inutile » fu la sua risposta.

Non poteva sopportare le scarpe, e a casa sua quando voleva realmente riposarsi stava con le sole calze, qualche volta anche quando aveva visite non molto formali.

Durante la sua permanenza, Einstein venne anche a contatto con le due correnti intellettuali di Vienna che hanno più notevolmente influenzato la vita intellettuale del nostro tempo: la psicanalisi di Sigmund Freud e la tradizione positivistica di Ernst Mach.

Einstein visitò Josef Breuer, il medico che assieme a Freud aveva pubblicato il primo articolo sulle cause psicologiche delle paralisi isteriche, e l'ingegnere e scrittore Popper-Lynkeus, l'amico più intimo di Ernst Mach, di cui Mach stesso aveva detto che agli inizi era stato l'unico a comprendere le sue idee. A quel tempo Popper-Lynkeus aveva già ottant'anni ed era confinato nel suo sofà, ma intellettualmente era ancora molto lucido e sempre desideroso di incontrare nuove persone interessanti. Egli aveva preparato un progetto per l'abolizione della miseria economica in Germania mediante l'introduzione di un servizio generale di lavoro. Questo piano fu realizzato in seguito in maniera assai diversa da Adolf Hitler. Fu una occasione solenne per Popper incontrare Einstein, che era diventato il vero erede delle idee di Mach nel campo della fisica.

La conferenza di Einstein, che fu tenuta in una enorme sala da concerto davanti ad un uditorio di circa tremila persone, era probabilmente la prima di questo genere che egli avesse fatto. Anche più che a Praga, il pubblico era qui in uno stato di notevole eccitazione, una sorta di disposizione mentale in cui non conta tanto ciò che si comprende, quanto il fatto che si è vicini ad un luogo dove stanno succedendo dei miracoli.

4. - *L'invito negli Stati Uniti*

Dopo il suo ritorno a Berlino, Einstein era più che mai il centro dell'attenzione generale. Come prima apparivano ripetutamente nei giornali umoristici tedeschi, il professore che dimentica il suo ombrello, il cacciatore che compera una lepre dal macellaio, o la vecchia zitella che cerca un uomo, così ora il nome di Einstein divenne l'espressione generica di chiunque scrivesse qualche cosa di incomprensibile e fosse ammirato proprio per questo. Specialmente la parola « relativo » dava luogo agli scherzi più banali. Alcuni erano a doppio senso, cercando in qualche modo di collegare la teoria di Einstein con la pressione che la Francia vincitrice esercitava sulla Germania per estorcere le più grandi riparazioni. Il Governo tedesco spesso cercò di dimostrare che il paese era completamente impoverito, ma quello francese ne dubitava. Un giornale umoristico tedesco rappresentò Einstein in conversazione col presidente francese Millerand, che era un accanito sostenitore della politica del « far pagare alla Germania ». Millerand diceva ad Einstein: « Non potrebbe persuadere il *boche* sempliciotto che anche con un deficit assoluto di 67.000.000.000 di marchi egli sta tuttavia *relativamente* bene? ».

Einstein però non badava molto a tutte queste allusioni politiche e personali e si dedicava piuttosto a dissipare le incomprensioni scientifiche e filosofiche della sua teoria. Molta gente considerava particolarmente assurda l'asserzione della teoria einsteiniana che la geometria euclidea non sia valida in un campo gravitazionale, che lo spazio sia curvo, e forse anche finito. E questo perché ognuno aveva imparato a scuola che i postulati di geometria sono assolutamente corretti perché non si basano sull'esperienza, che è soggetta ad errori, ma piuttosto sul

l'infallibile pensiero puro o sulla ancor più infallibile « percezione intuitiva ».

In una conferenza fatta all'Accademia Prussiana nel gennaio 1921, Einstein chiarì la relazione fra « Geometria ed esperienza ». Egli disse in questa occasione: « Sin dove la geometria è una cosa certa non dice nulla riguardo al mondo reale; non appena si riferisce alla nostra esperienza, diventa incerta ». Egli fece una certa distinzione: da una parte vi è la geometria matematica, che riguarda soltanto le conclusioni che possono esser tratte da certe presupposizioni, senza discutere la verità di queste presupposizioni. In essa ogni cosa è certa. Parallelamente vi è una geometria fisica, quella che Einstein usò nella sua teoria della gravità. Questa si riferisce ai risultati delle misure fatte sui corpi fisici ed è una parte della fisica, come la meccanica: e, come la meccanica, essa è certa od incerta. Questa conferenza, con le sue chiare formulazioni, portò l'ordine in un campo in cui la confusione spesso prevaleva, ed in qualche caso tuttora prevale anche fra matematici e fisici. Da allora le formulazioni di Einstein sono state citate come le migliori e le più chiare anche dai filosofi.

Ma, mentre Einstein stava lavorando a questa conferenza, pensieri d'altro genere lo tenevano occupato. Qualche tempo prima egli aveva ricevuto l'invito da Weizmann, il capo del movimento sionista, di accompagnarlo in un viaggio negli Stati Uniti.

In un periodo in cui solo pochi scienziati tedeschi e pochissimi ebrei avevano avuto sentore dell'avvicinarsi della rivoluzione nazista, era già evidente a Einstein che si stava maturando una situazione che poteva diventare molto spiacevole per lui. Egli sentiva l'attività dell'organizzazione che cresceva sotto la superficie, e che poi avrebbe dovuto raggiungere il potere come Partito nazional-socialista. Veramente Einstein fu uno dei pri-

mi a sentire l'urto di questo movimento. Quando fece la sua conferenza a Praga mi parlò delle sue apprensioni. A quel tempo pensava che non gli sarebbe piaciuto rimanere in Germania più di altri dieci anni. Era allora il 1921. Sbagliò nella sua valutazione soltanto di due anni.

Scopo del viaggio di Weizmann era di ottenere aiuti in America per instaurare una patria nazionale ebraica in Palestina, ed in particolare per l'Università ebraica che si doveva colà fondare. Poiché gli ebrei americani erano considerati i più ricchi del mondo, questa mira poteva esser raggiunta soltanto col loro aiuto finanziario. Weizmann attribuiva grande valore a questo viaggio. Egli sperava che la fama scientifica di Einstein avrebbe incoraggiato gli ebrei americani a contribuire alla nobile causa. Einstein era ora in condizione di porre il suo prestigio a disposizione del movimento sionista per questi scopi, che egli considerava di grande significato educativo per gli ebrei.

Dopo aver riflettuto qualche giorno sulla proposta, accettò l'invito.

Egli era spinto principalmente dal desiderio di dedicare le sue energie alla scienza pura, ma anche di contribuire in qualche modo al benessere di esseri umani perseguitati. Desiderava anche vedere l'America con i suoi propri occhi, e conoscere la vita di questo nuovo mondo. Sentiva che valeva la pena di conoscere qualche cosa del grande paese al di là dell'Atlantico, le cui tradizioni di democrazia e di tolleranza avevano sempre destato grande simpatia nel suo intimo.

5. - *L'accoglienza del popolo americano*

L'arrivo di Einstein e di sua moglie nel porto di New York diede luogo ad una dimostrazione di entusiasmo quale probabilmente non fu mai vista prima per l'arrivo di uno scienziato, specialmente di uno scienziato il cui

campo è la fisica matematica. Giornalisti e fotografi irruppero in gran numero a bordo della nave per fotografarlo e per fargli varie domande.

Star di fronte alla macchina fotografica era la più facile di queste prove. Quando fu finita, Einstein disse: « Mi sento come una prima donna ». Egli rispose con fine senso di umorismo alle domande che i giornalisti gli facevano. In realtà era abituato alle domande strane, ed aveva già acquistato una certa tecnica per rispondere a quelle cui non si possono dare risposte razionali. In occasioni simili, egli diceva qualche cosa che non era una risposta diretta alla domanda, ma che tuttavia era sempre interessante, e che, quando veniva stampata, soddisfaceva il lettore, o almeno gli dava motivo di ridere. Einstein non fu mai scontroso.

I giornalisti volevano sapere essenzialmente tre cose; la prima domanda era la più difficile: « Come si può spiegare il contenuto della teoria della relatività in poche frasi? ». Era stata posta ad Einstein tante volte, che egli aveva già preparato una risposta in anticipo. Disse: « Se non volete prendere la risposta troppo seriamente, ma considerarla una specie di scherzo, allora vi posso spiegare quanto segue. Si credeva prima che, se tutte le cose materiali fossero sparite dall'universo, il tempo e lo spazio sarebbero rimasti. Secondo la teoria della relatività, invece, il tempo e lo spazio dovrebbero sparire insieme con le cose ».

La seconda domanda era molto imbarazzante: « E' vero che in tutto il mondo solo dodici persone capiscono la teoria della relatività? ». Einstein negò di aver mai fatto una asserzione simile. Egli pensava che ogni fisico potesse comprendere la teoria studiandola a fondo, e credeva che tutti i suoi studenti a Berlino la comprendessero. Forse questa seconda asserzione era troppo ottimistica.

La terza domanda d'altra parte era molto delicata: i giornalisti pregavano Einstein di spiegare l'esistenza di un simile entusiasmo di massa per una teoria astratta, difficilmente comprensibile. Einstein rispose con uno scherzo. Egli suggerì l'idea che fosse un problema psicopatologico il determinare perché la gente che in altre occasioni non si interessa affatto dei problemi scientifici, dovesse diventare all'improvviso pazzamente entusiasta per la teoria della relatività e desiderasse festeggiare Einstein al suo arrivo. Uno dei reporter gli chiese se ciò non fosse dovuto al fatto che la teoria aveva a che fare con l'universo, e a sua volta l'universo con la religione. Einstein rispose che era possibile. Ma dato che sempre aveva cercato di limitare le opinioni esagerate della maggioranza sul significato generale della sua teoria, disse: « Ma questo non cambierà il concetto dell'uomo della strada ».

Egli spiegò che l'unico significato della teoria stava nel fatto che essa da principii semplici derivava certi fenomeni naturali che precedentemente erano fatti derivare da principii complicati. Questo è piuttosto importante per i filosofi, ma assai poco per l'uomo della strada. Dopo questa discussione piuttosto astratta, il desiderio di far domande si calmò un poco, ed Einstein poté concludere con le parole: « Bene, signori, spero di aver passato il mio esame ». Allora, per dare un elemento di interesse umano, fu chiesto alla signora Einstein se anche essa comprendesse la teoria: « Oh no, — essa disse in un tono piuttosto amichevole, ma anche stupito, — sebbene me l'abbia spiegata molte volte. Ma questo non è necessario per la mia felicità ».

Finalmente i coniugi Einstein poterono scendere a riva. Einstein passò attraverso l'enorme folla di spettatori, una pipa di radica in una mano e l'astuccio del violino nell'altra. Ora egli non appariva più alla folla come

un mitico messaggero di un nuovo sistema dell'universo, come l'uomo che aveva rivoluzionato spazio e tempo, ma piuttosto come un simpatico musicista che arrivava a New York per un concerto, fumando la sua pipa.

L'entusiasmo mostrato dal pubblico all'arrivo di Einstein a New York è un evento eccezionale nella storia della cultura del ventesimo secolo. Non vi era un motivo solo per questo fenomeno. Prima di tutto vi era l'interesse generale per la teoria della relatività, che già di per sé era qualche cosa di stupefacente. Un secondo fatto era il riconoscimento che Einstein aveva ricevuto in Inghilterra due anni prima, dopo che l'osservazione dell' eclisse solare aveva confermato la sua teoria. Infine v'era qualche cosa di romantico nel suo viaggio attuale. Egli non veniva soltanto come scienziato, ma anche per compiere una missione politica, che a differenza della solita politica era contornata di un'aura di romanticismo. La sua visita in America era il contributo che egli dava al tentativo del popolo ebraico di ritornare nella sua patria, dopo aver vagato per il mondo per duemila anni. Per gli ebrei, che in grado maggiore o minore sentivano di essere stranieri in qualsiasi parte del mondo, queste erano liete notizie; e per ogni altra persona d'America ciò ricordava la Terra Santa e la leggenda dell'Ebreo Errante, cosa che destava profonda simpatia in molti cristiani.

Einstein prese tutto con molta calma. Ciò nondimeno egli si stupì che tanta gente potesse interessarsi di cose sulle quali egli aveva ponderato in silenzio, e che pensava sarebbero rimaste sempre limitate ad un piccolo gruppo. I nemici di Einstein spesso dissero che questo entusiasmo era stato preparato dalla stampa. Questa asserzione però è banale ed erronea. I giornali pubblicano ogni sorta di cose; essi riescono a far nascere l'entusiasmo per il foot-ball e per le stelle del cinematografo; ma

nessuna pubblicità di alcun giornale poté mai produrre un simile entusiasmo per un fisico matematico, sebbene ogni sorta di scienziati siano stati resi noti al pubblico dalla stampa. La ragione di questo successo doveva già essere presente nella situazione stessa, nella singolare coincidenza dei successi di Einstein, della sua personalità, e delle necessità intellettuali della sua epoca. Quando io una volta chiesi a Einstein quali emozioni nacquero in lui quando si vide onorato in quel modo, egli rispose: « L'impressione non può essere molto edificante quando ci si ricorda che un pugile vincitore è accolto con un entusiasmo ancora più grande ».

Egli era sempre incline a vedere le cause di questo fenomeno piuttosto nelle disposizioni del pubblico che nella sua propria persona. Perciò qualche volta notò scherzosamente: « Le signore a New York vogliono avere una nuova moda ogni anno: quest'anno è di moda la relatività ».

Ciò nondimeno, se si considera la cosa con un senso realistico e spassionatamente, ci si deve chiedere con stupore come mai si verificò il caso che un fisico matematico sia diventato popolare come un pugile. Visto obiettivamente, questo era un buon indizio per il gusto popolare di New York. Può essere stato semplicemente un desiderio di *sensazionalità,* ma se così fosse perché questo interesse popolare si concentrò su Einstein?

Alcuni considerarono questo come un indice dell'elevato livello culturale del popolo americano. Tale era il punto di vista di un articolo del miglior giornale scientifico popolare: « Nessun popolo europeo avrebbe accolto un famoso scienziato con tanto entusiasmo. L'America non ha una classe oziosa, che sfoggi un interesse convenzionale per la scienza e per la filosofia. Ma le cifre che si riferiscono alle letture ed a tutto quanto fu fatto per l'educazione, fanno pensare che Einstein

abbia motivo di considerare gli onori tributatigli nel loro vero valore, come dimostrazione del profondo interesse popolare nel campo in cui egli ha così pochi uguali ».

Forse sembrerà strano ad alcuni, ma la verità è che Einstein non si tormentò mai il cervello riguardo alle ragioni di questo interesse. Il suo atteggiamento verso il mondo circostante era sempre quello di uno che assiste ad uno spettacolo. Era abituato a considerare molte cose come incomprensibili, ed il comportamento degli uomini non era una delle cose di cui si interessasse maggiormente. Da persona normale, era lieto quando lo si riceveva con amicizia e benevolenza, senza indagare molto sulle ragioni di tale gentilezza. Egli non fu mai incline ad avere una troppo alta opinione della benevolenza del pubblico e a fare alcuna concessione ad essa. Le sue parole non furono mai calcolate per ottenere degli applausi a buon mercato. Negli anni successivi egli si rese ben conto che molte persone prestavano una grande attenzione a tutto ciò che egli diceva, e che era importante utilizzare questo suo prestigio per scopi educativi. Per questa ragione nelle interviste con i giornalisti spesso diceva cose che non erano molto piacevoli e molto comprensibili per i lettori dei giornali. Egli pensava che, quando se ne presenta l'occasione, si deve seminare il buon seme: in qualche parte esso germoglierà. Einstein si era messo a disposizione dei capi sionisti con l'idea che la sua presenza avrebbe aiutato la loro propagnda per il Fondo Nazionale Ebraico e specialmente la raccolta del contributo per l'Università di Gerusalemme.

Nei convegni organizzati per questi scopi in molte località degli Stati Uniti, egli sedeva vicino a Weizmann, generalmente in silenzio, talvolta diceva qualche cosa per sostenerlo. Egli voleva sinceramente essere un membro fedele del movimento per la rinascita del popolo ebraico. Ad un congresso parlò dopo Weiz-

mann; proprio come un semplice gregario che non vuole essere messo in vista, ma soltanto servire la causa. Egli disse: « Il nostro capo Dr. Weizmann ha parlato ed ha parlato molto bene per tutti noi. Seguitelo e farete del bene. Questo è quanto io ho da dire ». Sotto un certo aspetto era probabilmente un sollievo per Einstein, abituato alla solitudine, sentirsi membro di un movimento popolare che aveva le sue radici nelle masse più vaste. Ma questo sentimento era sempre di breve durata. Inevitabilmente riappariva la sua avversione a tutto ciò che lo legava ad un partito, anche se sotto certi aspetti questo era di suo gusto.

Einstein e Weizmann erano considerati da tutte le personalità ufficiali d'America come rappresentanti autorizzati del popolo ebraico ed ossequiati come tali. Il presidente Harding scrisse in una sua lettera ad un congresso in cui parlavano Einstein e Weizmann: « Poiché essi sono le persone più eminenti in due campi diversi, la loro visita deve ricordare alla gente i grandi servizi che la razza ebraica ha reso all'umanità ».

Similmente Hylan, sindaco di New York, ricevendoli nel Municipio si rivolse a loro come a rappresentanti del loro popolo dicendo: « Devo dire che in New York noi additiamo con orgoglio il coraggio e la fedeltà che la nostra popolazione ebrea ha dimostrato nella Guerra Mondiale ». La stessa popolazione ebrea d'America considerava la visita di Einstein come quella del loro capo spirituale, il che dava motivo di gioia e di orgoglio. Gli ebrei sentivano che il loro prestigio fra gli altri concittadini era innalzato dal fatto che un uomo della grandezza intellettuale di Einstein, universalmente riconosciuta, dichiarasse pubblicamente la sua appartenenza alla comunità ebraica, e facesse propri i loro interessi.

Quando Einstein arrivò con Weizmann a Cleveland,

tutti gli industriali ebrei chiusero i loro stabilimenti per poter sfilare in un corteo che accompagnava Einstein dalla stazione al Municipio. Quando Einstein e Weizmann si rivolgevano ai congressi sionisti, sembrava quasi che il capo politico e quello spirituale del popolo ebraico apparissero insieme.

Oltre a comparire in pubblico al servizio dell'organizzazione sionista, Einstein teneva conferenze sulle sue teorie scientifiche. Qualche volta faceva visite in forma del tutto privata. Così visitò la classe del professor Kasner nell'Università di Columbia, proprio mentre questi stava spiegando la teoria della relatività agli studenti. Einstein si congratulò con Kasner per la maniera chiara con cui spiegava, e poi parlò a sua volta agli studenti per circa venti minuti.

In altra occasione tenne un discorso agli studenti ed ai professori dell'Università di Columbia e fu congratulato dal celebre fisico professor Michael Pupin. Questo uomo straordinario, che una volta faceva il pastore in Serbia, era diventato uno dei principali inventori e scienziati del mondo. E fu grazie alla sua comprensione dei fenomeni elettrici, che si poté costruire il primo cavo telefonico transatlantico. Egli non si interessava delle teorie, come avviene spesso per chi dedica la propria attività al laboratorio, e contrariamente a molti altri, si congratulò con Einstein non considerandolo una persona che avesse inventato cose assurde e sensazionali, ma come « colui che aveva scoperto una teoria ch'è una evoluzione e non una rivoluzione nella scienza della dinamica ».

In questo tempo Einstein teneva le sue conferenze sempre in tedesco, perché non aveva ancora sufficiente padronanza dell'inglese. Il 9 maggio ricevette la laurea ad honorem della Princeton University. Il presidente Hibben dell'Università si rivolse a lui in tedesco dicendo: « Salutiamo il nuovo Colombo della scienza, che

viaggia solo attraverso gli strani mari del pensiero ». In seguito a Princeton, Einstein tenne molte conferenze per presentare una sintesi comprensibile della teoria della relatività.

Einstein non era considerato solamente come un rappresentante del popolo ebraico. Poiché aveva lasciato il suo lavoro all'Accademia di Berlino per venire in America e poiché parlava tedesco dovunque, egli era considerato anche come un rappresentante della scienza tedesca. In considerazione del fatto che non si era molto lontani dalla fine della guerra, questo in certi ambienti fece nascere qualche reazione ostile.

Qualche volta avvennero episodi semi-comici, quando furono diretti contro di lui attacchi politici e nessuno sapeva se era attaccato come ebreo o come tedesco. Un episodio del genere avvenne quando Fiorello H. La Guardia, allora presidente del Board of Aldermen della città di New York, propose che ad Einstein fossero date le chiavi della città di New York. Tutti i magistrati erano favorevoli a questa proposta escluso uno, il quale dichiarava che « sino a ieri non aveva sentito parlare di Einstein ». Chiedeva di essere illuminato, ma nessuno si offrì di spiegargli la teoria della relatività. Gli ebrei ed i tedeschi non credevano nell'ingenuità dell'oppositore di Einstein, perciò questi fu accusato in parte di opinioni anti-semitiche, in parte di opinioni anti-tedesche. Egli difese il suo atteggiamento con argomenti patriottici; voleva evitare alla sua amata città natale la possibilità di diventare motivo di scherno, sia in campo scientifico che nazionale. Egli disse durante la seduta: « Nel 1909 le chiavi della città furono sfortunatamente date al dott. Cook, che pretendeva di avere scoperto il Polo Nord ». Forse insinuava che Einstein non avesse in realtà scoperto la teoria della relatività. Egli continuava: « Mi è stato assicurato che il professor Einstein è nato in Germania, si è trasferito

in Svizzera ma è tornato in Germania prima della guerra. Per conseguenza egli è cittadino tedesco, cittadino cioè di un paese nemico e può essere considerato come un nemico ».

Erano tutti tanto interessati alla teoria di Einstein e al suo significato, che il Congressman J. J. Kindred di New York chiese allo speaker della House of Rapresentatives il permesso di pubblicare una spiegazione popolare della teoria della relatività nel Libro del Congresso. Il rappresentante del Massachusset, David Walsh, aveva i suoi dubbi sulla convenienza di permettere che nel Libro comparisse una cosa che non aveva nulla a che vedere con l'attività del Congresso e che per di più sembrava essere incomprensibile.

« Bene, signor speaker — disse il rappresentante Walsh — ordinariamente limitiamo gli argomenti che dovrebbero apparire nel Libro del Congresso alle cose che può comprendere una persona di media intelligenza. Crede il rappresentante di New York di poter mettere l'argomento in una forma tale che noi possiamo comprendere la teoria? ». Kindred rispose: « Io mi sono occupato di questa teoria per tre settimane e comincio a vedere qualche luce ». A questo punto il rappresentante Walsh gli chiese: « A quale legislazione si riferisce? ». A ciò il rappresentante Kindred poté solo rispondere: « Si riferisce alla legislazione del futuro riguardo alle relazioni col cosmo ».

Nel tempo in cui Einstein si trovava negli Stati Uniti, una asserzione del grande inventore Thomas Edison faceva furore in tutto il paese. Egli negava il valore dell'educazione universitaria ed asseriva che l'educazione doveva essere indirizzata essenzialmente all'insegnamento di fatti opportuni. Aveva preparato un questionario contenente delle domande che egli pensava fossero importanti per gente pratica, e suggeriva che si facessero

delle prove, destinate a mostrare come la maggior parte dei laureati fossero incapaci di rispondervi.

Mentre Einstein era a Boston, alloggiato all'Hotel, Copley Plaza, gli fu data una copia del questionario di Edison per vedere se egli poteva rispondere alle domande. Non appena lesse la domanda: « Qual' è la velocità del suono? » disse: « Non lo so, non mi imbottisco la memoria con questi fatti che posso facilmente trovare in ogni libro di testo ». Egli non era d'accordo con l'opinione di Edison circa l'inutilità dell'insegnamento universitario. Osservò: « Non è molto importante per una persona apprendere dei fatti. Per questo in realtà non vi è bisogno dell'Università: sono sufficienti i libri. Il valore di una educazione in una scuola di arti liberali non consiste nell'apprendere molti fatti, ma nell'addestrare la mente a pensare qualche cosa che non si può apprendere dai libri di testo ». Per questo, secondo Einstein, non vi può esser dubbio sul valore dell'educazione universitaria anche ai nostri giorni.

Einstein era spesso menzionato assieme a Edison, essendo entrambi onorati come i principali rappresentanti della scienza fisica. Edison era per l'applicazione tecnica della fisica ciò che Einstein era per le basi teoriche. Einstein visitò anche i laboratori di fisica della più antica Università degli S. U., l'Università di Harward. Il professor Theodor Lyman, famoso per le sue ricerche, lo informò sui lavori che si stavano facendo colà. Lyman ebbe l' impressione che dopo i molti congressi durante i quali di Einstein ci si era serviti come di uno strumento di propaganda politica, anche se per uno scopo che destava completamente la sua simpatia, egli potesse ora respirare più liberamente trovandosi di nuovo nell'atmosfera del laboratorio fisico e con possibilità di dedicarsi al problemi della natura. La maggior parte dei visitatori di un laboratorio passano rapidamente accanto ai dispo-

sitivi sperimentali e ascoltano vagamente le spiegazioni degli studenti. Einstein invece non si accontentava di un superficiale: « Ciò è molto interessante », o di altra simile educata osservazione, al contrario egli chiese a molti studenti spiegazioni dettagliate sul problema a cui stavano lavorando. Rifletteva su questi problemi, e qualche studente riceveva da lui consigli ai fini delle sue ricerche. Una simile concentrazione durante un viaggio faticoso era possibile soltanto in un uomo che possedesse due qualità che è difficile trovare riunite: primo, una straordinaria capacità di familiarizzarsi rapidamente con un problema nuovo; secondo, il desiderio spontaneo di aiutare chiunque stia facendo una ricerca scientifica. Non vi è dubbio che Einstein fece il suo primo viaggio in America non solo al servizio della scienza e della futura Università di Gerusalemme, ma anche perché era partiolarmente interessato a conoscere la vita di questo continente che era nuovo per lui. Questo viaggio però non fu molto propizio al soddisfacimento di quest' ultimo scopo.

Il viaggio proseguiva come un turbine, senza lasciargli mai il tempo per una tranquilla riflessione. Perciò l'impressione che Einstein ricevette in questa sua prima visita negli Stati Uniti poté essere solo quella molto superficiale che colpisce al primo sguardo. Egli disse una volta: « Ci si può attendere molto dalla gioventù americana: essa è come una pipa non ancora fumata, giovane e fresca ». Inoltre si era formato un'ottima impressione dal fatto che le molte genti che si erano stabilite in America, malgrado le loro origini diverse, vivessero assieme in pace sotto un tollerante regime democratico. Egli in particolare osservò sulla città di New York: « Mi piacciono i *restaurants* che conservano ancora la propria atmosfera nazionale. Formano come un giardino zoologico di nazionalità, in cui si può andare dall'una all'altra ». Fu an-

che colpito dal compito che hanno le donne nella vita americana, osservando che esso è molto più importante di quello delle donne nella vita europea. Furono fatti dei tentativi per associare Einstein nella campagna per limitare l'uso del tabacco e dei divertimenti domenicali. Su tale argomento però Einstein non era favorevole ad alcuna eccessiva restrizione della libertà personale. Non aveva molta fiducia nel tracciare schemi per rendere la gente felice dettando loro ciò che dovevano considerare come lavoro e ciò che dovevano considerare come divertimento. Rispondendo ad uno che gli aveva chiesto la sua opinione sul riposo domenicale, egli disse: « Gli uomini si devono riposare. Ma cosa è il riposo? Non potete certo fare una legge per insegnare agli uomini come devono fare. Alcuni si riposano quando stanno a letto e dormono, altri si riposano quando sono svegli ed eccitati, alcuni devono lavorare, o scrivere, o andare a divertirsi, per trovar riposo. Se fate una legge per mostrare alla gente come si deve riposare, ciò significa che renderete tutti eguali. Ma tutti sono diversi ». Einstein, che aveva dedicato la vita intera alla scoperta di leggi fisiche che potessero derivarsi da pochi principii generali, non era dell'opinione che la vita potesse essere regolata secondo pochi principii astratti. Era sempre più incline a basarsi sugli istinti naturali. Da fumatore accanito, egli osservò in questa occasione: « Se mi portate via il tabacco, che cosa rimarrà? Io resterò fedele alla mia pipa ».

Egli sperimentò spesso che era per lui difficile mantenere la sua equanimità: la sua ingenua gioia nei piaceri semplici come il fumare lo aiutava certamente in situazioni difficili. Gli istinti ascetici gli erano estranei.

6. - *Inghilterra*

Il rapporto degli astronomi inglesi della Royal Society di Londra nel 1919 aveva costituito la base della fama mondiale di Einstein. Ma Einstein non era ancora stato a Londra. Nel 1919, nell'atmosfera del dopoguerra di ostilità contro la Germania, era stato possibile riconoscere la teoria di un tedesco, ma non onorare una personalità tedesca. Lord Haldane, che si era sempre adoperato per migliorare le relazioni anglo-tedesche, era stato a Berlino poco prima che vi arrivasse Einstein, ma aveva avuto una accoglienza fredda da parte del Kaiser. Immediatamente dopo la guerra e la disfatta tedesca, Haldane aveva di nuovo tentato di stabilire relazioni culturali con la Germania. Einstein gli era sembrato la persona più adatta a servire da cuneo per penetrare nella massa delle ostilità e dei pregiudizi. Sembrava che vi fossero molti fattori favorevoli: il plauso che aveva suscitato la predizione di Einstein sui risultati della spedizione per l'eclisse solare: l'opportunità di un successo che così era stato fornito alla scienza inglese; e infine la circostanza favorevole che egli non era il tipo di tedesco tanto odiato; in realtà egli, volendo, poteva essere considerato come un non tedesco. Tutto appariva quasi come se Einstein fosse stato creato apposta per essere un intermediario. Inoltre per Lord Haldane vi era un fattore personale molto importante. Egli era uno di quegli statisti inglesi che avevano la mania della scienza combinata con la speculazione filosofica. Haldane si era posto il problema di come si potesse conservare una concezione obbiettiva della verità malgrado lo scetticismo che prevaleva in religione, morale, politica, ed anche in scienza, come conseguenza della delusione del periodo post-bellico. Nel suo libro *il Regno della relatività* pubblicato nel 1921, egli

aveva mostrato come i punti di vista che gli scettici considerano differenti, siano in realtà differenti aspetti della stessa verità, e che perciò un'unica verità oggettiva esiste; o meglio, per dirla con le sue stesse parole: « La prova della verità deve soddisfare in maniera completa, in una maniera che non si riferisca soltanto al risultato di misure fatte con le bilance o con il metro, ma che si riferisca ad un valore che non può essere misurato e che dipende da un diverso ordine di pensiero. Ciò che è vero da un punto di vista può non essere necessariamente vero da un altro. La relatività dipendente dal modello usato può intromettersi in varie forme... Si può perciò stabilire che un'idea è vera in generale quando è adeguata, ed è completamente adeguata quando è vera sotto ogni punto di vista. Ogni possibile prova deve essere soddisfatta quando si pretende un perfetto adeguamento della verità, altrimenti si può avere soltanto una verità relativa ad un particolare punto di vista ».

Questa filosofia trovava la sua applicazione pratica nella tolleranza verso i propri simili e nella lotta contro la sopravalutazione delle dottrine politiche. Nella teoria di Einstein, Haldane vide un esempio fisico della sua filosofia. Egli credeva che la teoria fisica della relatività avrebbe conferito alla sua filosofia della relatività maggiore validità e maggior chiarezza. Perciò Haldane si adoperò per indurre Einstein, al suo ritorno dall'America, a fermarsi in Inghilterra parecchi giorni perché facesse delle conferenze e perché conoscesse personalmente scienziati e personalità della vita pubblica.

Non solo vi erano difficoltà politiche ad attuare questi contatti personali, ma anche, data la mentalità dei fisici inglesi, la teoria della relatività non era accolta con grande entusiasmo.

La scienza inglese si è sempre interessata piuttosto

dei rapporti diretti fra l'esperienza e la teoria. Una così lunga catena di pensieri, come quella della teoria di Einstein, spesso appariva al fisico inglese come un fantasma filosofico. Troppa teoria per così pochi fatti. In Inghilterra filosofi, astronomi, matematici, e persino teologi e politici, si interessavano appassionatamente della teoria; ma i fisici erano tuttora piuttosto freddi verso la relatività come concetto base.

Lord Haldane presiedette alla conferenza di Einstein al Kings' College. Egli aprì la conferenza dicendo che per lui era stato un momento molto emozionante quando Einstein aveva posto una corona sulla tomba di Newton nella Westminster Abbey. « Poiché — disse Haldane — ciò che Newton fu per il secolo decimottavo, Einstein lo è per il ventesimo ».

Nella casa di Haldane, dove Einstein alloggiava, egli incontrò molti illustri inglesi, come Lloyd George, Bernard Shaw e A. N. Whitehead, il matematico e filosofo che aveva sentito così vivamente il significato storico della seduta della Royal Society, in cui era stato annunciato il risultato dell'eclissi solare.

Whitehead ebbe lunghe discussioni con Einstein e cercò ripetutamente di convincerlo che si dovevano fare dei tentativi per rinunciare all'ipotesi della curvatura dello spazio sul terreno metafisico. Einstein però non era incline a rinunciare ad una teoria contro cui non potevano essere addotte ragioni logiche né sperimentali, e neppure considerazioni di semplicità e di bellezza. La metafisica di Whitehead non gli sembrava del tutto plausibile.

L'arcivescovo di Canterbury, capo della Chiesa anglicana, era particolarmente desideroso di incontrare Einstein. Lord Haldane, che dovunque richiamava l'attenzione sul significato filosofico della teoria della relatività, gli disse che questa teoria aveva importanti conseguenze

per la teologia, e che, come capo della Chiesa anglicana, era suo dovere venirne a conoscenza.

Poco dopo, all'Athenaeum Club, un amico dell'Arcivescovo incontrò J. J. Thomson, il fisico presidente della Royal Society, e chiese il suo aiuto in un argomento molto importante: « L'Arcivescovo, che è il più coscienzioso degli uomini, si è procurato molti libri che trattano della relatività, ha cercato di leggerli ed è giunto a ciò che si potrebbe chiamare senza esagerazione uno stato di disperazione intellettuale. Ne ho letti parecchi anch'io e ne ho tratto un memorandum che penso possa servirgli ». Thomson fu sorpreso di queste difficoltà e disse che non pensava che la relatività fosse tanto collegata alla religione da obbligare l'Arcivescovo a studiarla.

Ciò nondimeno il coscienzioso capo della Chiesa non fu soddisfatto, e quando Einstein venne a Londra e Lord Haldane organizzò un pranzo, l'Arcivescovo chiese di essere invitato. A tavola gli fu dato un posto accanto a Einstein e così poté sentire da Einstein stesso se avesse ragione Haldane, asserendo che la teoria della relatività era importante per la teologia, o Thomson che lo negava: al pranzo l'Arcivescovo domandò all'improvviso: « Quale effetto avrà sulla religione la teoria della relatività? ». Einstein rispose direttamente e brevemente: « Nessuno. La relatività è un argomento puramente scientifico e non ha nulla a che vedere con la religione ».

7. - *La torre di Einstein e l'assassinio di Rathenau*

Nel giugno 1921, dopo aver visitato gli Stati Uniti e l'Inghilterra, Einstein tornò a Berlino. Gli onori che aveva ricevuto all'estero ebbero il loro effetto in Germania. Persone bene intenzionate, che in realtà non s'interessavano di scienza, cercarono in tutti i modi di imparare le teorie di Einstein senza però dedicarvisi seriamente. Al-

cuni approfittarono di questa situazione per convincere altri che essi potevano insegnare la teoria della relatività. In questo tempo, ad esempio, un così detto film di Einstein veniva proiettato nei cinematografi allo scopo di render popolare tale teoria. Da prima si vedeva uno studente che ascoltava un lezione noiosa di un professore pedante e che sospirava: « Quanto durerà ancora questa lezione? Ancora un altro quarto d'ora? ». Poi lo stesso studente compariva su una panchina in un giardino con una bella ragazza, e si lagnava: « Posso rimanere ancora soltanto quindici minuti ». Così si pretendeva di insegnare la teoria della « relatività del tempo » al pubblico.

Ciò, evidentemente, non ha nulla a che vedere con la teoria di Einstein. Queste divulgazioni, che alteravano e rendevano banale la teoria, davano ad Einstein più fastidio degli stessi attacchi contro di lui.

A Berlino la gente si divertiva anche con aneddoti sul viaggio in Inghilterra. Per esempio, si descriveva una immaginaria conversazione fra Einstein e Bernard Shaw, in cui lo scettico autore chiedeva: « Dimmi, caro Einstein, capisci veramente quello che scrivi? ». Ed Einstein sorridendo rispondeva: « Tanto quanto tu capisci le cose tue, caro Bernard ». In quel tempo il desiderio per una presentazione breve e facilmente comprensibile della teoria della relatività spinse un americano, che viveva a Parigi e che era rimasto impressionato dal rapporto di Londra sulla spedizione per l'eclissi solare, ad offrire un premio di cinquemila dollari per il miglior saggio sulla teoria di Einstein in non più che tremila parole. Attratti dal premio di cinque dollari per tre parole, molti parteciparono alla gara e fu piuttosto difficile trovare i giudici, poiché tutti coloro che erano pratici dell'argomento preferivano partecipare alla gara. Einstein osservò scherzando: « Sono l'unico di tutto il cerchio dei miei amici che non partecipa. Non credo di essere capace di eseguire il compito ». Il 21 giu-

gno 1921, sui trecento saggi presentati, il premio fu assegnato a un irlandese sessantunenne, nato a Dublino, che come Einstein era stato impiegato in un ufficio brevetti per lungo tempo (a Londra), e che era un dilettante di fisica. E' difficile dire se questo saggio fosse migliore di quelli dei suoi competitori e se ebbe poi influenza nel divulgare e nel far comprendere la teoria della relatività. Al pubblico rimase soltanto impresso che qualcuno aveva potuto guadagnare cinquemila dollari in tal modo, e concluse da ciò che valeva la pena di studiare questo argomento.

Alla fine del 1921, un importante passo fu fatto per studiare un'altra conclusione astronomica della teoria di Einstein. Il dott. Bosch, direttore della I. G. Farben, la più grande industria chimica in Germania, che era famosa per la produzione dei coloranti sintetici, dei medicinali e degli esplosivi, donò una forte somma di denaro perché venisse eretto a Potsdam un istituto che doveva essere collegato con l'osservatorio astro-fisico, in cui si doveva studiare con grande precisione la composizione dei colori dei raggi solari.

Bisogna ricordare che, in base alla sua teoria della gravitazione, Einstein aveva predetto che il colore della luce che giunge a noi dalle stelle dipende dall'intensità del campo gravitazionale attraverso cui passano i raggi. Questa predizione doveva essere confermata da osservazioni esatte.

L' astronomo Erwin Finlay-Freundlich fu nominato direttore dell' istituto. Il laboratorio fu costruito in forma di torre, ed il disegno architettonico fu ideato nel moderno stile caratteristico di Berlino di quel periodo. Il risultato era una specie di incrocio fra un grattacielo di New York ed una piramide egizia. La torre divenne nota come la torre di Einstein. Il solo aspetto era tale da suscitare lo sdegno del gruppo nazionalistico, che preferi-

va uno stile che ricordasse di più i modelli tedeschi medioevali o almeno l'antichità classica.

In seguito ad uno strano susseguirsi di circostanze, la torre Einstein finì sotto il controllo di Friedrich Wilhelm Ludendorff, un fratello del generale Ludendorff che per molto tempo collaborò con Hitler. A quel tempo l'astronomo Ludendorff permetteva ancora gli studi della luce solare sulla base della teoria di Einstein. Egli poteva soddisfare i suoi sentimenti nazionalistici sforzandosi di provare che Copernico era un tedesco e non un polacco, sebbene il suo monumento fosse a Varsavia.

Il 24 giugno 1922 Walter Rathenau, allora ministro degli Affari Esteri, fu assassinato da alcuni studenti fanatici. Questo assassinio svelava i piani per la rivoluzione da destra, ed anche coloro che consapevolmente o inconsapevolmente ignoravano il retroscena di questo delitto, furono obbligati a considerare la cosa più seriamente. L'effetto su Einstein fu più intenso che sugli altri, perché, data la sua acutezza e il suo fine intuito, egli aveva capito che la fedeltà alla Repubblica tedesca era limitata ad un piccolo gruppo, e che sotto si apriva un abisso pieno di odio.

Einstein conosceva Rathenau ed apprezzava questo uomo la cui larghezza di vedute era così rara fra gli uomini politici tedeschi. Rathenau, discendente da una ricca famiglia ebraica, era stato durante la guerra la forza motrice dell'economia pianificata in Germania. Dopo la proclamazione della Repubblica, Rathenau ebbe una parte importante come consigliere economico del governo, e grazie alla sua reputazione internazionale poté compiere vari servigi a sostegno della politica estera. Durante il governo del cancelliere cattolico Wirth, Rathenau aveva accettato l'incarico di ministro degli Esteri e, concludendo il trattato di Rapallo, era entrato in rapporti amichevoli con la Russia sovietica. Questo trattato gli

procurò la qualifica di bolscevico, e per di più, essendo egli un ebreo, era molto malvisto fra i monarchici e i fautori della rivoluzione da destra.

Il governo repubblicano ordinò che il giorno dei funerali di Rathenau dovesse essere considerato giorno di lutto: tutte le scuole e i teatri dovevano essere chiusi; ma Philipp Lenard ad Heidelberg si rifiutò di obbedire all'ordine. Mentre i lavoratori socialisti sfilavano attraverso la città e organizzavano adunate di protesta contro gli assassini ed i loro sostenitori reazionari, Lenard per protesta diede la sua regolare lezione. Un gran numero di studenti che simpatizzavano con gli assassini lo ascoltarono con entusiasmo. Un gruppo di lavoratori, passando vicino all'istituto, vide che si stava facendo lezione, entrò e trascinò fuori Lenard. Mentre passavano sul fiume Neckar, alcuni di loro tentarono di gettarlo nell'acqua, ma i moderati intervennero e lo consegnarono alla polizia, che immediatamente lo lasciò libero.

Agli occhi di tutti i Tedeschi, questi episodi associavano la lotta contro la teoria di Einstein con la lotta contro il regime repubblicano. Cominciò a spargersi la voce che nella ricerca degli assassini di Rathenau fosse stata trovata una lista contenente nomi di altre persone che dovevano essere le future vittime dello stesso gruppo, e si diceva che la lista contenesse il nome di Einstein. La polizia smentì le dicerie, ma cominciò a diffondersi un sentimento di disagio circa la persona di Einstein. Egli da parte sua, credendo nell'inevitabilità delle cose dell'universo, non era incline a sentimenti superstiziosi e a paure, e non si lasciò impressionare. Ma la reazione di coloro che lo circondavano fu tanto più forte.

Il congresso annuale degli scienziati e dei fisici tedeschi avveniva sempre in settembre. Quell'anno era in programma una speciale celebrazione, dato che era il centenario di questi congressi. Doveva tenersi a Lipsia. Poiché

durante gli ultimi anni Einstein aveva contribuito più di tutti ad aumentare il prestigio della scienza tedesca nel mondo, fu invitato, come primo oratore, a sottolineare il carattere speciale di questa circostanza. Egli avrebbe desiderato accettare l'invito, ma data l'atmosfera torbida e spiacevole che predominava dopo l'assassinio di Rathenau, non voleva fare alcuna comparsa in pubblico e rifiutò. Ciò nondimeno il comitato esecutivo della società insistette nel presentare conferenze di altri scienziati sul significato della teoria di Einstein: una del fisico Max von Laue, ed un'altra del filosofo Moritz Schlick.

Dato il diffondersi di un'atmosfera favorevole alla violenza, e in conseguenza dell'avventura toccatagli, Lenard si sentì spinto ed incoraggiato a protestare contro il congresso degli scienziati tedeschi a Lipsia. A suo avviso, nell'organizzare delle conferenze sull'opera di Einstein, la società degli scienziati tedeschi stava facendo della propaganda contro i rivoluzionari da destra, in aiuto al gruppo a cui apparteneva Rathenau, « giustamente » assassinato. Lenard radunò un gruppo di persone che sollevò una protesta contro il convegno degli scienziati tedeschi, protesta che fu mandata a tutti i giornali e distribuita a Lipsia alle porte delle aule. Lenard non riuscì a indurre alcun fisico tedesco, di qualche valore, a firmare la sua protesta. Anche ora si trattava degli stessi tre tipi di persone che avevano preso parte al convegno alla Filarmonica di Berlino.

8. - *Francia*

I viaggi di Einstein avevano in certo modo contribuito a migliorare le relazioni fra gli scienziati di Germania e quelli d'America e d'Inghilterra. Ciò era gradito al governo della Repubblica tedesca e agli scienziati tedeschi, ma era molto fastidioso per quei gruppi

che facevano di tutto per diffondere l'idea che nell'Europa occidentale i Tedeschi fossero guardati dall'alto in basso, come una nazione inferiore, e che si desiderasse distruggere la loro cultura. Gli effetti di questa « propaganda di atrocità » erano disturbati dai resoconti delle accoglienze amichevoli tributate ad Einstein. Si era discusso a lungo se Einstein sarebbe stato abbastanza coraggioso da visitare Parigi, la capitale del nemico mortale della Germania. Si andava dicendo che alcuni gruppi scientifici in Francia tentavano di indurre Einstein a fare questa visita per poter discutere personalmente con lui le nuove teorie.

Esse erano state molto ammirate anche in Francia, ma molte persone le avevano trovate assai difficili da comprendere. Il matematico francese Paul Painlevé, che, come ministro della Guerra durante la Guerra Mondiale e più tardi come Primo Ministro e Presidente della Camera dei Deputati, aveva avuto una parte di prim'ordine nella politica francese, si interessava molto dei lavori di Einstein, ma li interpretava in modo errato in molti punti e attaccava Einstein appunto a causa di queste errate interpretazioni. Più tardi smentì tutte le sue obiezioni. Il grande fisico francese Paul Langevin, che afferrò immediatamente il significato delle teorie di Einstein, una volta mi disse: « Painlevé ha studiato il lavoro di Einstein molto a fondo, ma sfortunatamente soltanto dopo aver fatto delle pubblicazioni su questo argomento. Forse ha imparato dalla politica ad agire secondo questo procedimento ».

Langevin non era soltanto un valente scienziato, ma anche un propugnatore di ogni iniziativa per la conciliazione internazionale. Al Collège de France, la più alta scuola scientifica di Francia, egli presentò la proposta di invitare Einstein a venire a Parigi. A questo scopo egli propose di usare un fondo che veniva impiegato

per invitare famosi scienziati stranieri a tenere conferenze in questo istituto. La proposta fu caldamente appoggiata da Painlevé. Vi fu però qualche opposizione. I nazionalisti non volevano che l'accoglienza ad uno scienziato tedesco desse l'impressione che il loro odio fosse diminuito. Con minacce di ogni sorta essi cercarono di indurre Langevin e i suoi amici a non inoltrare l'invito, esattamente come il gruppo corrispondente in Germania cercava di forzare Einstein a rifiutarlo. In quel tempo però né l'uno né l'altro di questi due gruppi era abbastanza forte per ottenere lo scopo. Einstein accettò l' invito del Collège de France e verso la fine del marzo 1922 si recò a Parigi. Il fisico Langevin e l'astronomo Charles Nordmann andarono sino a Jeumont sul confine belga ad incontrarlo e viaggiarono con lui sino a Parigi. Durante il viaggio essi discussero le questioni scientifiche relative alla visita. Nel corso della conversazione chiesero ad Einstein la sua opinione sulle mire e l'influenza della sinistra nella vita politica e culturale tedesca. « Ciò che superficialmente chiamate le sinistre — disse Einstein — è in realtà una struttura pluridimensionale ». Einstein sentiva già che le vie verso la destra e verso la sinistra potevano a loro tempo portare alla stessa fine.

Langevin era piuttosto preoccupato. Prima della sua partenza da Parigi si mormorava che gruppi della « Gioventù Patriottica » ed altri gruppi nazionalisti si sarebbero riuniti alla stazione per fare ad Einstein un'accoglienza ostile. Sia Langevin che le autorità francesi non volevano che dimostrazioni del genere disturbassero la visita di Einstein. Durante il viaggio, Langevin chiese informazioni sulla situazione a Parigi. Egli ricevette un telegramma dalla polizia di Parigi, che lo informava che gruppi di giovani esaltati si affollavano alla Gare du Nord, dove arrivava il treno dal Belgio. Poiché si cre-

deva che essi fossero i « patrioti », Langevin fu consigliato di lasciare il treno con Einstein da un binario secondario dove nessuno li aspettava. Così fecero, ed Einstein fu ben lieto di lasciare il treno e di uscire dalla stazione da una parte secondaria senza essere infastidito dai giornalisti e dai fotografi, e di andare con la metropolitana sino al suo albergo senza essere notato da nessuno.

Alle Gare du Nord, invece, la folla degli studenti, condotti dal figlio di Langevin, voleva tributare ad Einstein un'accoglienza entusiastica e prevenire le possibili dimostrazioni ostili dei « patrioti » ed ora attendeva invano il suo arrivo. Erano proprio questi ammiratori di Einstein che la polizia aveva scambiato per una folla ostile, e dai quali Einstein se l'era svignata.

Il 31 marzo egli tenne la sua prima conferenza al Collège de France. Erano ammesse solo le persone con biglietto d'invito; questi biglietti erano stati dati soltanto a gente conosciuta, che aveva un interesse reale all'argomento e che non avrebbe tentato di organizzare una dimostrazione ostile. Proprio il Primo Ministro Painlevé stava alla porta a controllare che fossero ammesse soltanto le persone munite di invito. Einstein parlò nella sala dove grandi filosofi come Ernest Renan e Henry Bergson avevano parlato di fronte ad un vasto uditorio. Qui era più facile per lui mettersi a contatto col suo uditorio che non in Inghilterra ed in America, perché egli parlava il francese correttamente, ma con una lentezza a cui i Francesi non erano abituati, e con un leggero accento straniero che dava al suo modo di parlare un fascino pensoso e un po' misterioso. La leggera traccia di mistero contrastava con lo sforzo evidente di presentare ogni cosa il più logicamente e chiaramente possibile, usando la minor quantità di espressioni tecniche e il maggior numero di paragoni metaforici. Molti studiosi internazionalmen-

te noti, e molte personalità della vita politica, assistevano alla conferenza: si notavano fra di essi Madame Curie, la scopritrice del radio, il grande filosofo Henry Bergson, il principe Roland Bonaparte, e molti altri.

Oltre questa conferenza pubblica, vi furono dei convegni delle società matematiche e filosofiche per gli scienziati che desideravano discussioni dettagliate, ed in cui ognuno poteva fare domande a Einstein e sollevare qualunque obiezione. Einstein rispose a fondo ad ogni domanda e molte incomprensioni furono chiarite.

Era strano che la società dei fisici francesi non prendesse parte ufficialmente ad alcuno di questi convegni, sebbene molti dei suoi membri incontrassero Einstein individualmente. Questo atteggiamento era determinato principalmente dalle tendenze nazionalistiche, che sembrano esser più forti fra i fisici ed i tecnici, che fra i pensatori astratti, matematici, astronomi e filosofi scientifici. Come in Germania, anche qui può avere contribuito una certa resistenza fra i fisici sperimentali puri. Anche in Francia vi erano i « puri empirici », un genere di fisici su cui Einstein una volta fece la seguente osservazione: « Essi credono nelle teorie che apprendono sino all'età di diciotto anni come se si trattasse di dati sperimentali. Tutto ciò che odono dopo è teoria e speculazione ».

La famosa Accademia, che fu attaccata e derisa per anni dalla letteratura francese come centro di ogni sorta di pregiudizi, conservò la sua reputazione in occasione della visita di Einstein. Vi furono lunghe discussioni per decidere sul fatto se Einstein dovesse o potesse essere invitato a fare una conferenza. Alcuni membri sostenevano che ciò era impossibile, perché la Germania non apparteneva alla Società delle Nazioni. Altri, d'altra parte, pensavano che un tale invito avrebbe sollevato difficili questioni di etichetta: poiché Einstein non era membro dell'Accademia, non avrebbe potuto sedere fra i

membri, ma avrebbe dovuto rimanere fra l'uditorio. Questo posto poco onorevole non poteva essere assegnato ad un uomo tanto famoso. Infine trenta membri dell'Accademia dichiararono molto recisamente che se Einstein fosse entrato nell'aula essi l'avrebbero lasciata immediatamente.

Allo scopo di evitare ai suoi amici francesi ogni spiacevole seccatura, Einstein rifiutò di partecipare alla seduta dell'Accademia.

In questa occasione un giornale parigino chiese ironicamente: « Se un tedesco scoprisse un rimedio per il cancro o per la tubercolosi, questi trenta accademici aspetterebbero che la Germania si unisse alla Lega? ».

La visita a Parigi aveva dimostrato che fra gli scienziati di tutti i paesi è necessaria la comprensione reciproca dei vari metodi di pensiero. Questa necessità poteva essere soddisfatta da pochi uomini coraggiosi. Risultò anche evidente che, dovunque, le forze dell'ultranazionalismo attendevano solo un'occasione adatta per apparire alla superficie.

Per poter giudicare nella giusta luce questi eventi, non bisogna dimenticare una circostanza. Proprio gli stessi gruppi che protestavano violentemente contro la presenza di Einstein perché era un tedesco, divennero i primi zelanti sostenitori della politica di « collaborazione » con la Germania, dopo che i nazisti ebbero colà assunto il potere. I « patrioti » francesi preparavano la disfatta francese del 1940 e la dominazione tedesca sul continente.

In Francia come in Germania fu evidente che l'atteggiamento della gente verso Einstein dipendeva soprattutto dalle simpatie politiche, dato che la maggioranza non faceva alcuno sforzo serio per formarsi una opinione sulle sue teorie. Un famoso storico alla Sorbona disse: « Io non capisco le equazioni di Einstein. Tutto

quello che so è che i sostenitori di Dreyfus dicono che è un genio, mentre gli oppositori di Dreyfus affermano che è un asino ». Dreyfus era un capitano dell'esercito francese che nel 1894 era stato accusato di tradimento dai propagandisti antisemiti. L'affare si trasformò in una lotta fra la repubblica e i suoi nemici, e tutto il paese si divise in due campi: i difensori di Dreyfus e i suoi oppositori. « E ciò che è notevole, — aggiungeva questo storico — è che, sebbene l'affare Dreyfus sia stato dimenticato da lungo tempo, gli stessi gruppi si schierano e si fronteggiano alla minima provocazione ».

In Germania il governo repubblicano, poiché aveva permesso a Einstein di andare a Parigi, veniva accusato di voler con ciò fare dei passi amichevoli verso la Francia, e in Francia i matematici ed i filosofi erano biasimati perché avevano voluto ascoltare uno « il cui popolo aveva ucciso i nostri figli ». E quando Einstein ritornò a Berlino ed assistette alla prima seduta all'Accademia Prussiana, parecchi seggi intorno a lui erano vuoti.

9. - *Cina, Giappone, Palestina e Spagna*

Dopo questi viaggi in Inghilterra ed in Francia, dove la sua permanenza non andò mai disgiunta da tensioni politiche, fu un sollievo per Einstein viaggiare nei paesi dell'Estremo Oriente, dove egli poté godere come un fanciullo della varietà del mondo, senza dover considerare costantemente se venivano offese o no le sensibilità nazionali in patria o all'estero.

Einstein arrivò a Shangai il 15 novembre 1922 e a Kobe (Giappone) il 20 novembre: rimase in Giappone sino al febbraio, quando salpò per l'Europa.

Era onorato dovunque non solo come scienziato, ma anche come rappresentante della Germania. A Shangai fu accolto allo sbarco dagli insegnanti e dagli allievi

delle scuole tedesche all'inno *Deutschland Deutschland über alles*. In Giappone fu ricevuto personalmente dall'Imperatrice che conversò con lui in francese. Una volta chiesi ad Einstein se avesse sperimentato molte strane cose in questi pittoreschi ed esotici paesi; egli rispose: « Ho visto strane cose soltanto nella mia patria, per esempio alle sedute dell'Accademia Prussiana di Scienze ». Gli Orientali, gli Indù, i Cinesi e i Giapponesi, con la loro calma, il loro atteggiamento meditabondo, la loro gentilezza, entusiasmavano Einstein.

Il loro amore per la moderazione e per la bellezza era per lui un vero riposo, dopo le esagerate glorificazioni e le animosità che aveva provato nel suo paese e in quelli vicini. Data la sua preferenza per la musica di Mozart, Bach, e dei vecchi maestri italiani, la musica orientale doveva necessariamente apparirgli molto strana. Non era capace di sentirvi nulla di piacevole. Era però impressionato dall'amore per l'arte, che spesso induce le famiglie giapponesi a passare buona parte della giornata a teatro ad ascoltare musica, portando il cibo con sé, senza mai muoversi dal posto. In certo modo era lo stesso atteggiamento che induceva centinaia di giapponesi ad ascoltare pazientemente le conferenze di Einstein, senza comprendere la lingua in cui parlava; e tanto meno il contenuto.

Una volta Einstein osservò che la sua conferenza, seguita dalla traduzione giapponese, era durata più di quattro ore. Fu colpito da questo fatto perché gli facevano compassione quelli che ascoltavano per tanto tempo e con tanta pazienza, per lo più senza capir molto di ciò che diceva.

Quando fece la sua successiva conferenza, egli l'abbreviò in modo che durasse solo due ore e mezzo. Successivamente, trovandosi in treno, egli notò che i suoi compagni di viaggio giapponesi bisbigliavano fra di lo-

ro, lo guardavano e poi bisbigliavano di nuovo. Einstein cominciò a sentirsi a disagio, un simile contegno era inusitato, data l'educazione dei giapponesi. Finalmente si rivolse ad uno dei suoi compagni di viaggio: « Per favore, mi dica francamente, vi è qualche cosa che non va? ». Al che l'educato giapponese rispose con imbarazzo: « Non abbiamo osato dirvi nulla, ma le persone che organizzarono la seconda conferenza sono rimaste offese perché non è durata quattro ore come la prima. Lo hanno considerato una mancanza ».

Durante il viaggio di ritorno, Einstein visitò la Palestina. Per lui questa terra apparteneva ad una categoria diversa dal Giappone e dalla Cina. Qui egli era incapace di essere semplicemente un osservatore distaccato, che contemplasse la scena come un piacevole riposo dal suo lavoro. Qui doveva sperimentare emozioni che erano sia piacevoli che spiacevoli, dato che egli stesso aveva fatto propaganda per lo sviluppo di una patria nazionale ebraica in Palestina, e in certo modo se ne sentiva responsabile. Naturalmente molte cose non si svolgevano come egli avrebbe desiderato, col risultato che molta gente lo considerava responsabile di fatti da lui stesso avversati. La collaborazione di Einstein allo sviluppo della Palestina fu sempre diretta soltanto verso lo scopo principale che egli considerava auspicabile.

Dei dettagli concreti di questo sviluppo, solo assai pochi si possono attribuire ai suoi atteggiamenti. Per conseguenza egli era curioso di vedere l'aspetto reale di ciò che sino allora era stato più o meno un vago sogno. Come uno dei più importanti sostenitori della colonizzazione ebraica e una delle principali personalità fra gli ebrei di tutto il mondo, egli fu ricevuto in Palestina ancor più che negli altri paesi come una figura pubblica.

Fu invitato dal governatore della Palestina ad abi-

tare in casa sua. Il governatore a quel tempo era il visconte Herbert Samuel, un uomo che aveva già acquistato una certa fama nella politica interna inglese. Era anch'egli un ebreo, cosa che il Governo inglese mostrava di considerare come una prova del proprio atteggiamento favorevole allo sviluppo di una patria nazionale ebraica

In pratica però le cose non si svolgevano tanto bene. La posizione di un governatore ebreo era particolarmente difficile in vista delle crescenti controversie fra gli ebrei e gli arabi. Quotidianamente egli doveva dimostrare l'assoluta imparzialità del Governo inglese in questo conflitto. Poiché era ebreo, era naturale attribuirgli una certa tendenza a favorire gli ebrei, di modo che egli doveva creare un compenso mettendosi un poco dalla parte degli arabi, col risultato che alla fine si metteva contro gli ebrei. Non poteva mai evitare di essere mal visto da tutti.

Come Lord Haldane, il visconte Herbert Samuel era uno di quegli statisti inglesi che avevano la mania di occuparsi di scienze e specialmente di filosofia della scienza. Come Haldane, egli si interessava molto della teoria della relatività. Ma l'interpretazione filosofica di Herbert Samuel era opposta a quella di Einstein e seguiva piuttosto la filosofia tradizionale.

Nel paese, che era considerato più o meno come una colonia, un governatore inglese doveva avere un atteggiamento austero per tener gli indigeni, compresi gli ebrei e gli arabi, obbedienti e rispettosi. Quando egli lasciava il suo palazzo di residenza, un cannone sparava, e quando cavalcava attraverso la città era accompagnato da truppe a cavallo. All'interno della sua residenza vi era un cerimoniale che ricordava quello della Corte inglese. Era necessario incutere agli indigeni un senso di soggezione in presenza del diretto rappresentan-

te del Re. Einstein non badò molto a tutto ciò. Egli era semplice e naturale come dovunque. La signora Einstein invece si sentiva un po' a disagio. Essa disse più tardi: « Io sono soltanto una donna di casa tedesca; mi piacciono le cose semplici e comode e mi sento a disagio in quest'atmosfera formale. Per mio marito è differente; egli è un uomo famoso. Quando commette delle infrazioni all'etichetta, si dice che lo fa perché è un uomo di genio. Nel mio caso invece sono attribuite a mancanza di cultura ».

Spesso, per evitare la difficoltà di etichetta e del cerimoniale, andava a letto.

Einstein studiò col massimo interesse il lavoro compiuto dagli ebrei nello sviluppare una vita nazionale indipendente. Vide la nuova città ebrea di Tel-Aviv. In Europa gli ebrei normalmente appartenevano ad una sola particolare classe della popolazione: erano perseguitati dalle altri classi, che consideravano il genere di lavoro degli ebrei come particolarmente facile e particolarmente nocivo. Tel-Aviv però era un città in cui tutti i lavori erano compiuti dagli ebrei. Qui essi non potevano acquistare la convinzione di essere un gruppo etnico ed economico in posizione anormale.

Ciò nondimeno Einstein vide anche le difficoltà della situazione degli ebrei, soprattutto le poco soddisfacenti relazioni con gli arabi. Egli non aveva un senso nazionale abbastanza forte per fare come molti altri, cioè biasimare semplicemente l'ingratitudine degli arabi e l'insufficiente aiuto dato agli ebrei dall'Inghilterra. Egli richiedeva da parte degli ebrei uno sforzo per comprendere la vita culturale degli arabi e per renderseli amici. Per queste ragioni, non tutti i gruppi sionisti fecero buona accoglienza a Einstein. I nazionalisti estremisti, come pure gli aderenti alla religione ebraica ortodossa, lo consideravano con sospetto. Gli ultimi accettarono di malani-

mo che egli non ritenesse importante l'osservanza degli antichi riti e che spesso si permettesse degli scherzi.

Nel marzo 1923 Einstein tornò dalla Palestina per mare a Marsiglia. Di là si recò in Spagna, dove paesaggio ed arte furono una vera fonte di gioia per lui. Come aveva avuto una conversazione con l'Imperatrice del Giappone, così ebbe anche una conversazione col Re Alfonso XIII di Spagna.

In tal modo, non solo poté vedere strade, terre e città, ma anche farsi una impressione personale su una categoria di individui che normalmente rimane sconosciuta agli scienziati. Einstein, che ha sempre conservato un po' della curiosità del fanciullo intelligente, da tutte queste esperienze ricavò nuove forze per il suo lavoro di creazione. Ogni cosa gli sembrava un sogno, e spesso diceva a sua moglie: « Godiamo di tutto prima di svegliarci ».

10 - *Premio Nobel ed ipotetico viaggio in Russia*

Il 10 novembre 1922, mentre Einstein stava compiendo il suo viaggio in Oriente, il comitato dell'Accademia Svedese di Scienze gli assegnò il premio Nobel per la fisica. Sebbene fosse stato riconosciuto da molti come uno dei più grandi fisici della sua epoca, la decisione di assegnargli il premio richiese molto tempo al comitato. Nel fissare il suo lascito, Alfred Nobel aveva stabilito che il premio dovesse essere assegnato per recenti scoperte di fisica da cui il genere umano derivasse una grande utilità.

Nessuno era sicuro se la teoria della relatività di Einstein fosse una scoperta: essa non portava a conoscenza di nuovi fenomeni, ma era piuttosto un principio da cui molti fatti potevano essere dedotti più facilmente di prima. Inoltre se questa scoperta fosse di grande utilità per

il genere umano era naturalmente argomento di opinione personale. Poiché la teoria di Einstein era diventata oggetto di tanti attacchi ed era anche legata a controversie politiche, l'Accademia Svedese pensò che sarebbe stato cauto non assegnare il premio ad Einstein per un certo tempo.

Dopo l' esplosione della bomba atomica nel 1945, l'Accademia evidentemente riconobbe la grande utilità per il genere umano della teoria della relatività di Einstein, dato che assegnò subito il premio a O. Hahn, colui che aveva scoperto la fissazione dell'uranio.

Verso la fine del 1922, però, l'Accademia pensò ad un ingegnoso espediente, mediante il quale poteva assegnare il premio ad Einstein, senza dover prendere posizione riguardo alla teoria della relatività. Assegnò il premio ad Einstein per il suo lavoro sulla teoria dei quanti (vedi capitoli III e IV). Questo lavoro non era stato discusso così accanitamente come la teoria della relatività. In esso venivano scoperti dei fatti, cioè si facevano delle asserzioni dalle quali si potevano dedurre rapidamente fenomeni osservabili. Nel caso della teoria della relatività, il procedimento era molto più lungo. Questa sottile distinzione, comunque, autorizzò l'Accademia, nel caso delle leggi foto-elettriche, a parlare di scoperta, mentre non avrebbe potuto farlo per la teoria della relatività. La formula dell'assegnazione era posta in termini molto generici: « Il premio viene assegnato ad Einstein per le leggi della foto-elettricità e per il suo lavoro nel campo della fisica teorica ».

Non appena i nemici di Einstein appresero la notizia, cominciarono ad asserire con grande violenza che vi era qualche cosa di strano in tutta la faccenda. Einstein aveva ricevuto il premio, dicevano, per una scoperta che non era abbastanza importante per giustificare tale assegnazione.

Al principio del 1923, il suo vecchio nemico Lenard scrisse una lettera all'Accademia Svedese, in cui bollava il fatto come un tentativo di « ristabilire il perduto prestigio di Einstein senza compromettere l'Accademia ». Nel luglio 1923, quando ricevette l'assegnazione, Einstein tenne una conferenza al convegno degli scienziati scandinavi a Götebörg, al quale era presente anche il Re di Svezia.

Poiché il pubblico, specialmente in Germania, seguiva attentamente tutto ciò che faceva Einstein, alcuni con entusiasmo, altri con sospetto ed odio, il seguente resoconto, che apparve il 15 settembre sulla *Deutsche Allgemeine Zeitung*, giornale dei gruppi nazionalisti più colti e ricchi, non poté far altro che sollevare grande eccitazione, ed in alcuni anche ira e indignazione: « Da Mosca si apprende che il professor Einstein è atteso colà per la fine di settembre. Egli parlerà sulla teoria della relatività. Gli scienziati russi attendono la conferenza con grande interesse. Nel 1920 gli scritti di Einstein furono portati in Russia in aeroplano e, tradotti immediatamente, apparvero fra i primi lavori della stampa bolscevica di Stato ».

Non bisogna dimenticare che in Germania la teoria della relatività di Einstein era stata classificata come « bolscevismo in fisica », che molta gente credeva in una cospirazione ebraica a cui avrebbero partecipato Einstein e Rathenau, ed infine che Rathenau aveva concluso il trattato di amicizia con la Russia sovietica. A quel tempo l'alleanza con la Russia sovietica non era considerata dai nazionalisti tedeschi come una mossa particolarmente abile di politica estera intesa a servire gli interessi nazionali della Germania, ma piuttosto come un tradimento verso il popolo tedesco. Perciò non è sorprendente il fatto che molta gente considerasse il viaggio di Einstein come un indizio della sua partecipazione ad una cospira-

zione bolscevica contro la Germania, e diffondesse ogni sorta di dicerie sul suo conto.

Il 6 ottobre, il democratico *Berliner Tageblatt* riferiva: « Il professor Einstein è partito per Mosca. A Mosca si stanno facendo preparativi per tributare al famoso scienziato tedesco grandiose accoglienze ».

Il 27 ottobre, il nazionalista *Berliner Börsenzeitung* riferiva: « La stampa russa sovietica riferisce che Einstein arriverà a Pietroburgo il 28 ottobre e parlerà sulla teoria della relatività ad un gruppo di lavoratori addestrati nella scienza ».

Il 2 novembre, il *Kieler Zeitung* riferiva: « Einstein si ferma a Pietroburgo per tre giorni ». Alla metà di novembre, quando si credette che Einstein sarebbe tornato dalla Russia, egli ricevette molte lettere minacciose in cui nazionalisti fanatici gli dicevano che egli sarebbe stato giustiziato come Rathenau se avesse continuato le sue cospirazioni con i bolscevichi.

La cosa più straordinaria di tutto ciò è che Einstein non è mai stato in Russia. I suoi viaggi in Francia e in Inghilterra erano stati spesso presi in mala parte e gli avevano causato molte noie in Germania.

Evidentemente sarebbe stato inutile evitare questi viaggi poco popolari, dato che egli era già diventato il bersaglio di agitatori pieni di odio.

Per Einstein la fine del 1923 fu la fine di un periodo di viaggi in tutto il mondo, come messaggero della reciproca comprensione internazionale e come simbolo dell'interesse onnipresente per le questioni più generali riguardanti la natura dell'universo. Nel 1925 fece un viaggio nel Sud America, ma passò gli anni successivi a Berlino.

IX

SVILUPPO DELLA FISICA ATOMICA

1. - *Einstein come insegnante a Berlino*

Nel 1924 dopo i suoi molti viaggi Einstein si stabilì di nuovo a Berlino. Dopo aver fatto conferenze in differenti paesi, in lingue diverse con gente di varia cultura, ritornare all'insegnamento regolare di fisica non fu del tutto facile. Poiché non doveva svolgere un corso regolare, egli amava fare lezioni di due tipi estremamente diversi. Da una parte, gli piaceva parlare davanti a un uditorio di profani colti ai quali poteva spiegare i principii generali scientifici il più semplicemente ed il più chiaramente possibile, cercando di dare ai suoi ascoltatori un quadro vivo delle conclusioni generali dello sviluppo del pensiero scientifico. Dall'altra, gli piaceva dare lezioni altamente tecniche sui problemi di cui si occupava in quel momento, davanti ad un uditorio di studenti molto progrediti.

La sua fama mondiale attrasse a Berlino molti visitatori stranieri. Nell'elenco di cose da vedere in questa città, oltre la porta Brandeburghese con la sua dea della vittoria, alla Siegesallee con le sue statue dei principi prussiani, alla produzione teatrale di Reinhardt, vi era anche il famoso Einstein. Venivano ad assistere alle sue lezioni molti che non sapevano neppure se egli fosse un

sico, un matematico, un filosofo o un sognatore. Quando questi curiosi erano particolarmente numerosi, Einstein diceva: « Ora smetterò per alcuni minuti, così coloro che non si interessano più della cosa potranno andarsene ». Naturalmente rimanevano solo otto o dieci studenti, ed allora Einstein era lieto di poter parlare delle cose più vicine al suo cuore, senza dover essere disturbato dalla vista di facce prive di ogni comprensione. Queste lezioni non erano facili neppure per gli studenti che si preparavano a diventar dei fisici. Anche quelli più intelligenti generalmente si aspettavano da Einstein che egli ficcasse nelle loro teste, in una forma adatta per studenti, le famose scoperte che aveva esposto nei suoi scritti e di cui ognuno parlava; Einstein invece non si interessava molto delle ricerche che erano già state concluse e pubblicate. Egli si interessava della soluzione di sempre nuovi problemi, e gli studenti che sapessero e volessero dedicarsi a problemi così difficili, erano pochi anche in un grande centro di studi come Berlino.

Come ho già detto, Einstein da principio era scettico sull'uso della matematica molto elevata per lo sviluppo delle teorie fisiche. Quando nel 1908 Minkowski mostrò che la teoria di Einstein della relatività speciale poteva essere formulata molto semplicemente nel linguaggio della geometria quadridimensionale, Einstein considerò questo come l'introduzione di un formalismo involuto, a causa del quale diventava ancor più difficile afferrare il reale contenuto fisico delle teorie. Quando Max von Laue, nel primo libro che conteneva tutta la teoria della relatività di Einstein, presentò l'argomento in una forma matematica molto elegante, Einstein disse scherzando: « Io stesso capisco con difficoltà il libro di Laue ». Il centro degli studi e delle ricerche matematiche tedesche durante quel periodo era l'Università di Göttingen. Minkowski insegnava colà, e la formulazione matematica delle teorie

della relatività cominciò in questo centro. Einstein disse una volta scherzando: « La gente di Gottingen qualche volta mi colpisce come se non volessero formulare qualche cosa più chiaramente, ma al contrario come se volessero mostrare a noi fisici quanto più brillanti essi sono di noi ». Ciò non di meno, il più grande matematico di Göttingen, David Hilbert, comprese che, sebbene Einstein non si curasse delle difficoltà matematiche formali superflue, tuttavia sapeva usare la matematica dove era necessaria.

Hilbert disse una volta: « Ogni ragazzo nelle strade della nostra matematica Göttingen capisce più di Einstein la geometria quadridimensionale. Ma, tuttavia, fu Einstein a compiere il lavoro, e non i matematici ». Egli disse una volta ad un convegno di matematici: « Sapete perché Einstein ha detto le cose più originali e profonde sullo spazio e sul tempo che siano mai state dette nella nostra generazione? Perché egli non ha imparato nulla sulla filosofia e sulla matematica del tempo e dello spazio ».

Nella sua teoria generale della relatività, però Einstein dovette ricorrere all'uso di un ramo della matematica superiore chiamata « l'analisi tensoriale » allo scopo di dare una descrizione adeguata dei fenomeni fisici nello spazio quadridimensionale non euclideo.

Data la complicazione dei calcoli che questo comportava, Einstein cominciò a sentire la necessità di un assistente che fosse molto profondo in matematica. Per questo scopo Einstein preferiva i giovani che avessero ambizione e cultura scientifica, ma che per circostanze esteriori non potessero trovare lavoro in un pubblico istituto. Per questo uno dei suoi primi assistenti a Berlino fu un russo ebreo che soffriva di uno sviluppo patologico delle ossa (leontiasi) e che faceva una impressione così ributtante alla gente, che nessuno voleva averlo come assistente, tanto meno come insegnante. Col tempo il giovane

volle progredire e raggiungere una posizione indipendente. Egli pretendeva che Einstein gli procurasse una posizione di insegnante in una scuola, ma era evidente che dato il suo aspetto nessuna scuola lo voleva. Ciò non di meno egli biasimò Einstein per non aver insistito abbastanza ed in fine litigò con lui.

Non era facile per Einstein trovare un assistente adatto. Può sembrare strano ma vi erano buone ragioni per questo. Gli studenti che volevano studiar fisica non potevano ambire ad una sistemazione migliore che assistere un uomo come Einstein nel suo lavoro di creazione; a ciò si aggiungeva il piacere di essere a contatto con un uomo che aveva una personalità molto interessante, che era molto amichevole e di facile conversazione. Ma le difficoltà erano dovute soprattutto al fatto che egli non svolgeva un insegnamento regolare a Berlino. Gli studenti dell'Università che stavano preparando la tesi di laurea o che si stavano preparando ad esami erano già abbastanza occupati per svolgere tutto ciò che si richiedeva loro. Essi studiavano coi professori dell'Università coi quali davano gli esami e ricevevano da essi l'argomento della loro tesi di laurea. Solo raramente qualcuno di loro aveva rapporti personali con Einstein. Per conseguenza Einstein normalmente aveva come assistenti studenti stranieri. Questi stranieri non venivano a Berlino per preparare esami o per farsi una posizione, ma per essere a contatto con grandi scienziati; essi si rivolgevano subito a uomini come Nernst, Planck, o Einstein. In tal modo Einstein ebbe come collaboratori, prima il russo già detto, poi l'ungherese Cornelius Lanczos e l'austriaco Walter Mayer. Gli ultimi due furono di grande aiuto per Einstein, e fecero pubblicazioni molto importanti per la teoria della relatività. Entrambi insegnano ora in istituti americani.

2. - *Struttura dell'atomo*

Il mondo credeva che la teoria della relatività di Einstein fosse il più straordinario e radicale cambiamento ormai verificatosi in fisica da parecchio tempo. In realtà nuove concezioni della materia anche più sconcertanti e gravi per i loro effetti si stavano sviluppando simultaneamente.

Nel 1905 mentre era ancora a Berna, Einstein aveva dato un contributo d'eccezione al concetto della struttura della luce (paragrafo 10 cap. III). Da allora egli aveva rivolto la sua attenzione alla teoria della relatività e della gravitazione, che si riferiva piuttosto a corpi grandi come le stelle ed i pianeti e non alla più piccola particella della natura: l'atomo. Egli aveva considerato la proprietà dei raggi di luce nei campi gravitazionali, ma in questi casi non importava se la luce fosse semplicemente un fenomeno ondulatorio o consistesse di una corrente di fotoni.

Einstein nel 1905 quando aveva proposto l'idea dei quanti di luce (fotoni) pensava che questo fosse soltanto un'ipotesi provvisoria. Numerose difficoltà erano rimaste insolute. La teoria del fotone aveva avuto uno straordinario successo nello spiegare le proprietà della radiazione calorifera e l'effetto foto-elettrico, ma non poteva spiegare tutto il complesso dei fenomeni che riguardava l'interferenza e la diffrazione della luce. D'altra parte, la teoria ondulatoria che poteva adattarsi a queste ultime proprietà era disadatta per quei fenomeni per i quali era adatta la teoria dei fotoni.

In conversazione Einstein espresse questo carattere duale della luce con queste parole: « Su qualche parte delle onde continue della luce vi sono certi piselli, i quanti di luce ». L'ampiezza delle onde determina quanti piselli sono presenti in ogni posto, ma soltanto come media

statistica. Non si può mai sapere se questo pisello sarà presente in un punto particolare ad un determinato istante del tempo. Sin dal principio Einstein pensò che questo non potesse essere la verità ultima. « Non crederò mai — disse una volta — che Dio giochi ai dadi col mondo ». Ciò non di meno i « dadi di Dio » penetrano in fisica in parecchi punti. Per esempio nelle disintegrazioni delle sostante radioattive, una certa percentuale degli atomi presenti si disintegra ogni secondo, ma non si può dire in alcun modo quale particolare atomo si disintegrerà nel secondo successivo. Ma il primo suggerimento di Einstein dei fotoni (quanti di luce) in ogni raggio di luce era caduto su un terreno fertile. Il punto di vista euristico serviva ad ispirare nuove scoperte.

Nel 1913 il fisico danese Niels Bohr tentò di mettere in relazione la struttura degli atomi con la luce da essi emessa. Rutherford in Inghilterra aveva dimostrato nel 1911 che l'atomo consiste di un nucleo centrale con carica positiva e di un certo numero di elettroni carichi negativamente attorno ad esso. Inoltre si sapeva da lungo tempo che gli atomi liberi, contrariamente ai corpi solidi incandescenti che emettono luce con distribuzione continua di differenti colori, emettono luce di solo certe definite frequenze che sono caratteristiche dell'atomo.

Bohr dimostrò che, supponendo che gli elettroni circolino attorno al nucleo, secondo le leggi del moto di Newton, allo stesso modo con cui i pianeti ruotano attorno al sole, è impossibile spiegare questo carattere della luce emessa dagli atomi liberi. Egli fu così condotto a stabilire un'ipotesi separata, con cui modificava le leggi di Newton, come aveva fatto Planck spiegando la proprietà della radiazione termica.

Bohr suppose che soltanto certe serie discrete di orbite circolari (orbite preferite) fossero permesse agli elettroni che si muovono attorno al nucleo. Gli elettro-

ni nelle differenti orbite hanno differenti energie e, quando un elettrone salta da un'orbita di energia più elevata a un'orbita di energia più bassa, la differenza di energia viene emessa sotto forma di quanto di luce (fotone). Questo concetto dell'emissione dei fotoni può essere considerato come una specie di inversione della legge fotoelettrica di Einstein in cui un fotone viene assorbito, ed un elettrone viene liberato. Ma anche qui come nel caso degli atomi radio-attivi, solo il comportamento medio degli atomi può essere previsto mentre nulla si può dire dei casi individuali.

Da prima non si fece molto caso a questa deficienza. Si pensò che il comportamento degli atomi non fosse dissimile alle statistiche di mortalità delle compagnie di assicurazione sulla vita, in base alle quali la vita media dell'uomo può essere predetta accuratamente, ma non quella degli individui. Ciò non di meno ogni singola morte ha la sua causa. I fisici credevano allora che cause simili esistessero per il comportamento degli atomi individuali, ma che esse fossero ancora ignote.

3. - *Meccanica dell' atomo*

L'idea che Dio non giocasse a dadi per il destino del mondo cominciò ad essere scossa al tempo in cui Einstein si stabilì a Berlino dopo i suoi viaggi. Nel 1924 il principe Louis de Broglie, uno studente laureando di Parigi, sottopose al professore Langevin una tesi di laurea in cui proponeva dei cambiamenti nella meccanica newtoniana ancora più grandi di quanto non avesse fatto Einstein nella sua teoria della relatività. Langevin, che era noto come radicale in politica, fu scosso dall'arditezza della nuova proposta. Il lavoro del de Broglie gli sembrava quasi assurdo, ma tenendo conto che l'idea di Bohr delle orbite preferite era pure piuttosto sconcertante,

pensò che vi potesse essere qualche cosa di buono nella tesi del suo studente.

De Broglie aveva notato che il punto di vista euristico di Einstein in ottica era stato utile per attribuire alla luce delle proprietà che normalmente vengono attribuite alla particelle materiali, cioè l'energia ed il movimento dei fotoni. De Broglie prese lo spunto da Einstein e introdusse un « punto di vista euristico » analogo in meccanica. Per risolvere la difficoltà delle descrizioni del moto delle particelle subatomiche (particelle entro l'atomo), de Broglie suggerì che certe proprietà delle onde fossero attribuite alle particelle. Egli presuppose che come il moto dei fotoni nei raggi di luce è determinato dal campo elettro-magnetico che costituisce l'onda luminosa, così il moto delle particelle è guidato e condotto da un nuovo tipo di onda chiamata da de Broglie l'« onda materiale » e « onda di de Broglie » dagli altri fisici. Secondo quest'idea le orbite preferite di Bohr sono le orbite lungo le quali le onde di de Broglie si formano per interferenza, mentre lungo tutte le altre orbite le onde si annullano per interferenza. Questo fenomeno è esattamente analogo ai modelli della interferenza della luce, che passa attraverso una piccola apertura, in cui vi sono zone di luce e di oscurità a seconda che la luce che arriva in queste zone da differenti regioni si somma oppure interferisce.

Le onde di de Broglie hanno però una lunghezza inversamente proporzionale al momento delle particelle e si manifestano soltanto nel caso di masse molto piccole, in particolare nel caso delle particelle subatomiche. Per ogni corpo ordinario come una palla da biliardo la lunghezza dell'onda è tanto piccola che non ha proprietà osservabili.

Due anni più tardi Erwin Schrödinger, un austriaco, sviluppò sulla base delle idee di de Broglie una nuova

meccanica dell'atomo, secondo la quale il moto delle particelle atomiche poteva essere calcolato per qualsiasi campo di forza. Nella teoria di Bohr le leggi newtoniane dell'atomo ed ipotesi arbitrarie (orbite preferite) sono mescolate per dare dei risultati soddisfacenti. Schrödinger invece ottenne gli stessi risultati mediante una teoria coerente. Originalmente de Broglie e Schrödinger avevano supposto che il rapporto fra le particelle e le onde conducenti dalle quali il moto di queste particelle era diretto, fosse un rapporto strettamente « causale ». Ma nel 1926 i fisici tedeschi Max Born e P. Jordan interpretarono l'intensità delle onde di de Broglie, come il numero medio delle particelle poste in una unità di volume. La relazione fra le intensità delle onde materiali ed il numero delle particelle è perciò esattamente la stessa come per l'intensità della luce ed il numero dei fotoni di Einstein.

Questa teoria sviluppata da de Broglie, Schrödinger e Born, secondo la quale non la posizione stessa ma la posizione media delle particelle atomiche poteva essere calcolata, cominciò ad essere nota come meccanica ondulatoria, così chiamata appunto perché si basava sulle proprietà ondulatorie delle particelle materiali. Mediante questa teoria i futuri eventi osservabili non potevano essere previsti con precisione, ma soltanto come media statistica. Per esempio non si poteva predire il punto esatto in cui una particella e un fotone avrebbe colpito uno schermo, ma solo quale percentuale dei fotoni o particelle entranti avrebbero colpito una data regione dello schermo. Se la scienza non poteva andar oltre questo punto, Dio avrebbe giocato veramente ai dadi come disse Einstein. L'idea che vi fossero onde associate alle particelle materiali ricevette una definitiva verifica sperimentale.

Nel 1927 due americani, Clinton J. Davisson e L. H. Germer provarono che un fascio di elettroni è diffratto

Cinque vincitori del Premio Nobel per la Fisica. Nella foto presa a Berlino, figurano da sinistra a destra: Walter Nernst, Einstein, Planck, Millikan e von Laue

Cinque vincitori del Premio Nobel per la Fisica. Nella foto presa a Berlino, figurano da sinistra a destra: Walter Nernst, Einstein, Planck, Millikan e von Laue.

Michelson, Einstein e Millikan.

Robert Wood, Planck ed Einstein ad una riunione della Società di Fisica tedesca tenuta a Berlino nel 1931 in onore di Michelson.

da un cristallo metallico esattamente nello stesso modo con cui la luce è diffratta da un reticolo ed i raggi X da un cristallo. Questa scoperta è tanto più stupefacente in quanto la diffrazione è un fenomeno che è caratteristico delle onde e nessuno si sarebbe mai sognato che potesse essere causato da particelle materiali come gli elettroni prima che de Broglie lo suggerisse e Davisson e Germer lo provassero in realtà. Inoltre la lunghezza dell'onda associata agli elettroni, che poteva essere calcolata dalle dimensioni della figura di diffrazione, concordava esattamente col valore predetto da de Broglie. Circa nello stesso tempo, W. Heisenberg, un giovane tedesco, studiò da un diverso punto di vista l'interazione fra le particelle subatomiche e le radiazioni. Egli abbandonò completamente la nozione fondamentale della meccanica newtoniana che una particella cambi la sua posizione con continuità e possa così essere seguita.

Einstein nella sua teoria generale della relatività partì dal presupposto di Mach che una teoria fisica dovesse eventualmente condurre a relazioni fra quantità che potessero essere veramente misurate. In accordo a ciò il moto assoluto fu sostituito dal moto relativo a corpi materiali. Heisenberg iniziò in modo simile. Egli abbandonò il computo dei moti esatti degli elettroni in un atomo. Infatti le leggi della natura sono tali che è impossibile determinare un tragitto degli elettroni con delle misure. Le uniche proprietà di un atomo passibili di misure reali sono l'intensità e la frequenza della radiazione emessa. Perciò Heisenberg propose di formulare le leggi basilari che governano i fenomeni subatomici in termini di intensità e di frequenza di radiazioni.

Questa proposta implica la rinuncia definitiva alla fisica meccanicistica che usa posizione e velocità delle particelle come concetti base delle leggi fondamentali della natura.

Se si accettano le proposte di Heisenberg, le particelle subatomiche (come gli elettroni e i fotoni) non sono più particelle nel senso classico della parola secondo Newton, dato che il loro comportamento non può essere descritto nel modo newtoniano. Ma esse sono oggetti fisici che possiedono alcune delle proprietà delle particelle. Questo tentativo di formulare una teoria degli atomi divenne noto come meccanica quantistica. Esso ricevette una forma logicamente più soddisfacente quando Heisenberg andò a Copenaghen a collaborare con Niels Bohr.

4. - *Il principio della complementarità di Bohr*

Secondo Bohr non era consigliabile rinunciare completamente al moto delle particelle come base della descrizione dei fenomeni subatomici.

La rappresentazione in termini di intensità e frequenza osservabile della radiazione, come originariamente aveva proposto Heisenberg, avrebbe dovuto essere sostituita da un uso ristretto e specificato della « particella mobile » come mezzo principale della descrizione. Heisenberg aveva sicuramente dimostrato il suo concetto secondo cui il moto delle particelle atomiche non può essere descritto in senso newtoniano. Secondo Newton, date le forze che agiscono su una particella e la sua posizione iniziale e il momento, si possono calcolare con la precisione che si vuole le sue successive posizioni ed il momento ad ogni istante.

Heisenberg scoprì che questo non è vero per le particelle subatomiche. Non vi sono leggi che collegano la posizione ed il momento di una simile particella in un determinato istante del tempo con i valori di queste quantità in un istante futuro. Le leggi hanno in questo campo un carattere differente. Se la posizione iniziale ed il mo-

mento di una particella di massa molto piccola (una particella subatomica) sono noti entro certi limiti, la posizione ad un istante futuro può essere computata entro certi limiti. Rendendo i limiti iniziali sufficientemente ristretti, non possiamo ottenere, come nella meccanica di Newton, limiti finali ristretti come vogliamo. In altre parole, se vogliamo colpire un determinato punto di un bersaglio, non possiamo essere sicuri di ottenere il risultato voluto anche se miriamo molto accuratamente. Se vogliamo colpire il punto del nostro bersaglio almeno entro un margine ragionevole, dobbiamo considerare che secondo Heisenberg vi è una relazione definita tra le indeterminazioni iniziali di posizione e di momento: il prodotto di queste due indeterminazioni deve essere eguale ad una quantità definita, che è in parole povere la costante di Planck. Questa relazione è diventata famosa sotto il nome di « principio di indeterminazione di Heisenberg ».

Non molto dopo Bohr diede una interpretazione più soddisfacente di questo strano comportamento delle particelle atomiche. Egli fece notare che posizione e momento sono due differenti aspetti di una piccola massa (ad es: un elettrone) all'incirca come le proprietà corpuscolari e le proprietà ondulatorie sono due aspetti del fotone. Dire che una particella è posta in una certa limitata regione nello spazio è analogo a dire che l'energia della luce è concentrata in un fotone, e definire il momento di una particella è analogo al sottolineare il carattere ondulatorio della luce. Entrambe le particelle materiali e la luce hanno le caratteristiche duali di particelle e di onde, ma il loro comportamento non è né contraddittorio né casuale; Bohr sottolineò di nuovo il postulato di Mach secondo cui si devono fare soltanto asserzioni che possono essere provate da definiti sperimenti fisici. In base a ciò, dipende soltanto dal particolare dispositivo usato se l'emissione

della luce o degli elettroni deve essere descritta come un'onda o come un fascio di particelle in moto. Secondo questo modo di vedere i due tipi di proprietà osservate sono aspetti complementari dello stesso oggetto fisico. Ciò che osserviamo dipende da quale reazione osservabile del nostro fenomeno subatomico possiamo sperimentare. Questo concetto fu chiamato *teoria della complementarità di Bohr.*

Il punto di vista di Bohr è perciò ancor più discosto dalla meccanica newtoniana di quanto lo sia la teoria della relatività di Einstein. Secondo il concetto di Bohr, non possiamo descrivere cosa avviene in realtà nello spazio prima che la luce emessa dal sole colpisca la terra. Possiamo descrivere soltanto ciò che osserviamo quando un apparecchio di misura è colpito dalla luce. Possiamo ad esempio dire se la luce proveniente dal sole colpisce oppure no una certa parte di uno schermo. O, per esprimerci più chiaramente, noi non possiamo descrivere una realtà fisica descrivendo il tragitto che una particella percorre nello spazio, ma possiamo e dobbiamo soltanto descrivere le osservazioni fatte sui vari strumenti fisici disposti in punti differenti dello spazio e del tempo. Le leggi fisiche collegano insieme queste osservazioni, ma non le posizioni o l'itinerario delle particelle o dei fotoni. Questo punto di vista fu considerato in accordo con la filosofia positivistica secondo la quale la scienza non può scoprire cosa in realtà avvenga nel mondo; ma può soltanto descrivere e combinare i risultati di differenti osservazioni.

Fin dal principio del secolo ventesimo si accentuò sempre più il conflitto fra l'idea detta sopra, secondo cui la scienza può soltanto descrivere e sistematizzare i risultati di osservazioni, e l'idea secondo la quale essa può e deve creare il mondo reale.

Questa controversia divenne particolarmente acuta fra i fisici dell'Europa centrale. Max Planck era il soste-

nitore della seconda idea, che egli chiamava l'idea « metafisica », e indirizzava le sue più acute polemiche contro coloro che gli sembravano essere i principali rappresentanti del campo opposto. In particolare, attaccava la concezione positivistica della scienza di Mach che si accordava con l'idea di Bohr.

Verso questo tempo una nuova formulazione del positivismo si iniziò a Vienna e a Praga. Il nuovo movimento si riferiva strettamente al postulato di Mach. Il centro del movimento era il *Wiener Kreis* (Circolo di Vienna), Moritz Schlick, R. Carnap, O. Neurath ed altri. In questo paese esso fu chiamato positivismo logico e prese contatto con tendenze già stabilite come il pragmatismo e l'operazionismo. In Inghilterra un movimento simile fu capeggiato da Bertrand Russel.

5. - *La filosofia della scienza di Einstein*

Poiché la concezione positivistica della fisica era stata sostenuta dai lavori di Einstein sulla teoria della relatività e nella fisica atomica, molte persone consideravano Einstein come una specie di santo patrono del positivismo. Ai positivisti egli sembrava portare la benedizione della scienza, e per i loro oppositori egli era uno spirito diabolico. In realtà il suo atteggiamento verso il positivismo e la metafisica non era affatto così semplice. Le contradizioni della sua personalità, che abbiamo osservato nella professione di insegnante e nel suo atteggiamento verso le questioni politiche, si manifestavano anche nella sua filosofia.

Einstein riconosceva completamente il grande successo della teoria di Bohr nello spiegare molti fenomeni di fisica atomica, ma su un piano più filosofico non era pronto ad ammettere che si debba abbandonare la meta di descrivere la realtà fisica, limitandosi soltanto a una

combinazione di osservazioni. Si rendeva conto che non era possibile, come aveva pensato Newton, predire tutti i moti futuri di qualsiasi particella date le condizioni iniziali e le leggi del moto. Ma forse, pensava Einstein, gli eventi fisici avrebbero potuto esser descritti secondo una nuova teoria tuttora ignota. Essa avrebbe dovuto consistere in un sistema di equazioni di campo tanto generali da contenere anche le leggi del moto delle particelle e di fotoni come dei casi speciali.

Devo ammettere che anch'io per lungo tempo credetti che Einstein aderisse alla interpretazione positivistica della teoria di Bohr. Nel 1929, ad un congresso dei fisici tedeschi a Praga, io feci un discorso in cui attaccavo la posizione metafisica dei fisici tedeschi e difendevo le idee positivistiche di Mach. Dopo il mio discorso un ben noto fisico tedesco di cui io non conoscevo le idee filosofiche si alzò e disse: « Io mi attengo alle idee dell'uomo che per me è, non solo il più grande fisico del nostro tempo, ma anche il più grande filosofo, cioè Albert Einstein ». Allora io sentii un senso di sollievo e mi aspettavo che l'oratore mi sostenesse contro i miei oppositori, ma mi sbagliai. L'oratore dichiarò che Einstein respingeva le teorie positivistiche di Mach e dei suoi sostenitori e considerava le leggi fisiche come qualche cosa di più che semplici combinazioni di osservazioni. Egli aggiunse che Einstein era completamente d'accordo con Planck che le leggi fisiche descrivessero una realtà nello spazio e nel tempo indipendente da noi.

In quel tempo questa interpretazione delle idee di Einstein mi colse di sorpresa. Era troppo semplificata, ma compresi presto che l'atteggiamento parzialmente contrario di Einstein verso la posizione positivista era collegato al suo atteggiamento verso la concezione della fisica atomica di Bohr. Poco dopo io vidi uno scritto di Lanczos, uno dei più stretti collaboratori di Einstein, in

cui metteva a confronto la teoria della relatività con le teorie di Bohr nel modo seguente: la teoria generale della relatività di Einstein è il corrispondente fisico della concezione metafisica della scienza; la teoria di Bohr, d'altra parte, è in accordo con la concezione positivistica radicale.

Fui molto stupito di vedere la teoria della relatività classificata in questa maniera, poiché ero abituato a considerarla come una realizzazione del programma di Mach. Non molto dopo, credo che fosse nel 1932, visitai Einstein a Berlino. Era passato molto tempo da quando eravamo stati insieme l'ultima volta, e perciò sapevo ben poco del suo atteggiamento su questioni riguardo alle quali egli non aveva pubblicato nulla.

Discutemmo della nuova fisica di Bohr e della sua scuola, ed Einstein disse quasi scherzando qualche cosa del genere: « E' sorta una nuova moda in fisica. Mediante esperimenti teorici ingegnosamente predisposti è stato provato che certe grandezze fisiche non possono essere misurate, o, per dir più chiaramente, secondo le leggi naturali i corpi esaminati si comportano in modo tale da eludere ogni tentativo di misura di queste grandezze. Da ciò si trae la conclusione che sia completamente senza senso conservare queste grandezze nel linguaggio della fisica e che il parlarne sia pura metafisica ».

Dicendo ciò, egli si riferiva evidentemente a grandezze come la posizione e il momento di una particella atomica. Queste parole di Einstein mi ricordarono molte altre discussioni originate dalla sua teoria della relatività. Ripetutamente era stata sollevata la seguente questione: se grandezze quali *gli intervalli di tempo assoluto fra due eventi* non possono essere misurate, non si dovrebbe concludere di conseguenza che è senza senso parlare di questo intervallo e che l'assoluta simultaneità è semplicemente un insieme di parole senza senso? A tale do-

manda Einstein aveva sempre risposto che la fisica può parlare soltanto di grandezze passibili di misure con metodi sperimentali. Inoltre il professor P. W. Bridgman considerava la teoria della simultaneità di Einstein come la migliore prova dell'utilità del suo presupposto positivistico che dovessero essere introdotte in fisica solo *grandezze aventi una definizione operazionale*. Perciò io dissi ad Einstein: « Ma la moda di cui parli non è quella che hai inventato nel 1905? ». Da prima rispose bonariamente: « Uno scherzo non dovrebbe esser ripetuto troppe volte ».Poi in maniera più seria mi spiegò che egli non vedeva alcuna descrizione della realtà metafisica nella teoria della relatività, ma che considerava un campo elettromagnetico e gravitazionale come una realtà fisica nello stesso senso secondo cui prima veniva considerata la materia. La teoria della relatività ci insegna i rapporti fra differenti descrizioni di un'unica realtà.

Infatti Einstein è stato un positivista ed un empirico, poiché non ha mai voluto accettare alcun schema perenne per la fisica. Nel nome del progresso della fisica egli asserisce che sia giusto creare qualsiasi sistema di formulazioni e di leggi che siano in accordo con le nuove osservazioni. Per il vecchio positivismo le leggi generali della fisica sono sommari di osservazioni individuali. Per Einstein le leggi basilari teoriche sono libere creazioni della fantasia, ed il prodotto dell'attività di un inventore che è limitato nella sua speculazione da due principii: uno empirico, secondo il quale la conclusione dedotta dalla teoria deve essere confermata dall'esperienza; ed un secondo principio semi-logico e semi-estetico, secondo il quale le leggi fondamentali dovrebbero essere in minor numero possibile e logicamente compatibili. Questa concezione differisce di poco da quella del positivismo logico, secondo la quale le leggi generali sono asserzioni dalle quali

possono essere dedotte logicamente le nostre osservazioni. All'inizio del ventesimo secolo quando Einstein creò la sua teoria della relatività speciale, ed anche dopo quando creò la sua teoria generale, divenne sempre più evidente che le teorie fisiche non erano semplici sommari di risultati d'osservazioni, e che il cammino fra i principii base della teoria e le conseguenze osservabili era molto più lungo e complicato di quanto si fosse creduto prima. Lo sviluppo della fisica del secolo ventesimo sino ad Einstein fu accompagnato dal corrispodente sviluppo della filosofia. La concezione delle leggi generali come sommari di osservazioni fu gradualmente sostituita dalle concezioni delle leggi come creazioni della fantasia, che devono essere controllate dall'osservazione. Il positivismo di Mach fu sostituito dal positivismo logico.

Nelle conferenze su Herbert Spencer che tenne ad Oxford nell'estate del 1933, poco prima di lasciare l'Europa per sempre, Einstein diede la più bella formulazione delle sue idee sulla natura di una teoria fisica . Egli parlò prima della fisica del secolo decimottavo, cioè del periodo della fisica meccanicistica.

« Gli scienziati di quel tempo erano per la maggior parte convinti che i concetti base e le leggi della fisica non fossero in senso logico libere invenzioni della mente umana, ma che fossero piuttosto derivabili mediante l'astrazione, ovverosia mediante un processo logico, dagli esperimenti.

Fu la teoria generale della relatività che mostrò in maniera convincente l'inesattezza di questa idea ».

Dopo aver sottolineato che i concetti fondamentali della fisica sono prodotti della invenzione e della fantasia, egli continuò: « Il concetto qui sottolineato, del carattere puramente immaginativo dei principii base della teoria fisica, fu ben lontano dall'essere affermato nei secoli decimottavo e decimonono. Ma continua a guadagnar

terreno per l'intervallo sempre più vasto che intercorre fra i concetti base da una parte e le conseguenze a cui essi si devono riferire nella nostra esperienza dall'altra.

« Intervallo che diventa sempre più grande con lo svilupparsi dell'unificazione della struttura logica, cioè con la riduzione del numero degli elementi concettuali logicamente indipendenti, richiesti come base dell'intero sistema ».

Come in molti aspetti della sua vita e del suo pensiero notiamo un certo conflitto interno anche nell'atteggiamento di Einstein verso la concezione positivistica della scienza. Da una parte sentì la necessità di raggiungere in fisica una chiarezza logica, quale non era stata raggiunta prima, la necessità cioè di arrivare alle conseguenze di una ipotesi con radicalismo estremo, e non volle accettare alcuna legge che non potesse esser provata dall'osservazione. D'altra parte però sentì anche che il positivismo logico non dava credito sufficiente al compito della immaginazione nella scienza e non teneva conto dell'impressione che esistesse una « teoria definitiva » e che si trattasse soltanto di ricercarla con sufficiente intensità. Come risultato la filosofia della scienza di Einstein spesso fece una impressione metafisica nelle persone che non erano a conoscenza del presupposto positivistico di Einstein, secondo il quale l'unica conferma di una teoria è il suo accordo con i fatti osservabili.

6. - *Teoria del campo unificato*

Nella sua teoria generale della relatività Einstein considerò la forza di gravità come dovuta ad un campo gravitazionale. La materia dava origine ad un campo gravitazionale che a sua volta agiva su altri corpi materiali dando luogo a delle sollecitazioni. Einstein aveva preso in considerazione queste forze mediante la curvatura

dello spazio. Una situazione simile esisteva per le particelle cariche elettricamente. Delle forze agiscono su di esse, e possono essere prese in considerazione pensando che la carica elettrica dia luogo ad un campo elettro-magnetico che a sua volta produce forze su altre particelle cariche. In tal modo la materia ed il campo gravitazionale erano esattamente analoghi alla carica elettrica ed al campo elettro-magnetico. Perciò Einstein pensò di creare una teoria del campo unificato, che sarebbe stata una generalizzazione della sua teoria gravitazionale ed avrebbe compreso tutti i fenomeni elettro-magnetici. Egli pensò che in tal modo avrebbe potuto ottenere una teoria dei quanti di luce (fotoni) più soddisfacente di quella di Bohr e derivare delle leggi che si riferissero alla realtà fisica, anziché soltanto leggi che si riferissero ai risultati dell'osservazione.

Il grande successo del metodo geometrico nella teoria generale della relatività gli suggerì l'idea di sviluppare le nuove teorie della struttura dello spazio quadridimensionale. In questo caso esso dovrebbe avere anche altre caratteristiche oltre alla curvatura che tien conto degli effetti gravitazionali.

La notizia che Einstein stava lavorando su una teoria del campo unificato si diffuse verso il 1929, l'anno del cinquantesimo compleanno di Einstein. Al pubblico in genere sembrò un'idea particolarmente attraente il fatto che proprio nel giorno in cui compiva cinquant'anni, un uomo dovesse trovare anche la formula magica mediante la quale sarebbero stati finalmente risolti gli enigmi della natura.

Einstein ricevette telegrammi da giornali e editori di tutte le parti del mondo, che gli chiedevano di metterli al corrente in poche parole sul contenuto della nuova teoria. Centinaia di giornalisti assediavano la sua casa. Quando finalmente qualche reporter riuscì a raggiunger-

lo, Einstein disse con stupore: « Davvero io non ho bisogno di alcuna pubblicità ». Ma ognuno aspettava qualche cosa di sensazionale, che avrebbe superato la meraviglia prodotta dalle sue teorie precedenti. Essi appresero che un articolo riguardante le nuove teorie sarebbe stato pubblicato negli atti dell'Accademia Prussiana della Scienza, ed i giornali fecero ogni tentativo per assicurarsi le bozze dal tipografo, ma senza successo. Non vi era altro da fare che aspettare la pubblicazione dell'articolo, e per non essere in ritardo, un giornale americano dispose di farselo mandare immediatamente per telefoto.

L'articolo era di sole poce pagine, ma consisteva per la maggior parte di formule matematiche che erano completamente incomprensibili per il pubblico. L'emozione con cui fu ricevuto dai profani può essere paragonata a quella che si prova alla vista di una iscrizione cuneiforme assira. Per comprendere l'articolo era necessaria una certa attitudine al pensiero astratto geometrico. A quelli che possedevano questa qualità esso rivelava che le leggi generali del campo unificato potevano essere derivate da una certa ipotesi riguardante la struttura dello spazio quadridimensionale. Si poteva dimostrare anche che quelle leggi comprendevano le note leggi del campo elettromagnetico come pure le leggi della gravitazione di Einstein come casi speciali. Ciò non di meno non si potevano ancora trarre da esse dei risultati passibili di verifica sperimentale. Così per il pubblico la nuova teoria fu ancora più incomprensibile delle precedenti. Per gli esperti era un compimento di grande perfezione logica ed estetica.

X

DISORDINI POLITICI IN GERMANIA

1. - *Cinquantesimo compleanno di Einstein*

Man mano che si avvicinava il mese di marzo del 1929, Einstein e la sua famiglia cominciavano a temere che, per il suo cinquantesimo compleanno, i giornali avrebbero pubblicato degli articoli sensazionali, e ciò sarebbe stato fastidioso per Einstein. Molti giornali si erano procurati delle frasi di Einstein su argomenti più o meno personali ed avevano incominciato a pubblicarle. Inoltre le visite e le congratulazioni dei suoi sinceri ammiratori ed amici presero proporzioni tali, che Einstein decise di sottrarsi a tutte queste cose e di lasciare il suo appartamento per parecchi giorni. Immediatamente si sparsero dicerie di ogni sorta: Einstein è andato in Francia, in Olanda, in Inghilterra e persino in America. Ma non si trattava altro che di immaginazioni. Egli trascorse tranquillamente il suo compleanno vicino a Berlino, nella tenuta di un fabbricante di lucido da scarpe, che qualche volta aveva messo a disposizione di Einstein una villa nel suo parco, molto vicino ad un bel lago, dove egli poteva suonare l'organo e andare in barca a vela.

Dal loro appartamento di Berlino, la signora Einstein

aveva portato la colazione già preparata. Erano presenti i parenti più stretti di Einstein, cioè sua moglie, le sue due figlie, ed i loro mariti. Einstein, lasciando da parte ogni cerimonia, si mise completamente a suo agio. Era vestito con l'abito che portava usualmente in campagna ed anche in città quando non erano presenti degli estranei. Esso consisteva in un paio di vecchi pantaloni, un pullover, senza giacca, e spesso anche senza scarpe e calze. Dalla città la signora Einstein aveva portato anche alcune delle lettere di congratulazione ed alcuni dei regali che erano arrivati in grande numero.

Einstein aveva a che fare con attività di ogni genere, di modo che ricevette lettere e regali dalle persone più disparate, naturalmente da fisici e filosofi, ma anche da pacifisti e sionisti. Vi erano anche regali di gente molto semplice: ammiratori delle grandi scoperte, che volevano esprimere questo loro sentimento. Fra questi vi era il dono di un disoccupato che consisteva in un piccolo pacchetto di tabacco da pipa. Era ormai universalmente noto che raramente si trovava Einstein senza pipa. Alludendo alla teoria della relatività ed alla teoria del campo, il donatore scrisse: « Ecco del tabacco che è relativamente poco, ma che proviene da un buon campo ».

Parecchi dei suoi amici decisero di regalargli una barca a vela nuova, molto moderna. Einstein amava veleggiare sui bei laghi e sui fiumi attorno a Berlino, e sognare mentre la barca filava col vento. La vela è una applicazione molto semplice delle regole della meccanica, ed era per lui un piacere applicare le leggi fisiche, che sono più vicine all'esperienza diretta. Egli scrisse anche un articolo popolare in cui spiegava al pubblico le leggi fisiche che permettevano di viaggiare in una certa direzione mettendo le vele in una certa posizione e raggiungendo qualsiasi punto con un moto a zig-zag, cioè bordeggiando.

Un gruppo di sionisti in America comprò un appezzamento di terreno in Palestina, e vi fece una piantagione di alberi il giorno del suo cinquantesimo anniversario. Essi provvidero affinché per tutto il tempo avvenire il bosco che doveva crescere colà si chiamasse bosco Einstein. Il regalo più bello e più interessante fu fatto dall'amministrazione comunale della città di Berlino, dove Einstein aveva vissuto dal 1913, ed alla quale egli tra l' altro aveva conferito uno speciale interesse agli occhi degli stranieri. Poiché era noto ovunque che ad Einstein piaceva veleggiare sul fiume Havel e sui molti laghi in cui si dirama questa notevole corrente d'acqua, il consiglio municipale di Berlino decise di regalare ad Einstein una piccola casa di campagna situata sulla riva dell'Havel vicino al punto in cui questo entra nel Wannsee. La casa sorgeva su di un terreno che apparteneva alla città di Berlino.

La decisione da parte del consiglio municipale fu accolta bene da tutta la popolazione: era la prova di un sentimento misto di amore per la scienza, di rispetto per un illustre concittadino, e della passione per gli sport acquatici. In tutte le riviste illustrate apparvero fotografie della idillica « casa Einstein ».

Quando la signora Einstein volle visitare la casa, essa notò con suo grande stupore che vi abitava della gente. Gli inquilini a loro volta furono molto stupiti che qualcuno volesse impossessarsi della loro casa, anche se si trattava del famoso Einstein. Risultò infatti che quando la città di Berlino aveva acquistato questa proprietà, aveva garantito agli inquilini della casa il diritto di continuare ad abitarla. Sembra che il consiglio municipale si fosse dimenticato di questo, quando fece il suo regalo ad Einstein. Come si può spiegare una cosa simile a Berlino, la capitale della Prussia, famosa per il suo ordine?

Da principio ciò sembrò indicare una notevole confu-

sione nel registro delle proprietà terriere. Quando i capi del consiglio municipale seppero dell'errore, lo vollero al più presto riparare. Il parco in cui si trovava la ormai svanita « casa Einstein » era assai grande e pieno di begli alberi, e vi era spazio sufficiente per parecchie case. Il consiglio perciò scelse un'altra parte del parco molto vicina all'acqua e la offrì ad Einstein come regalo di compleanno. La casa però avrebbe dovuto essere costruita a sue spese. Einstein e sua moglie ne furono molto lieti ed accettarono l'accomodamento. Ma in seguito ad un più attento esame risultò che anche questo era impossibile: il proprietario della « casa Einstein », ricevendo il diritto di abitarla, aveva avuto anche l'assicurazione che non sarebbe stata costruita nel parco nessun'altra casa che potesse in alcun modo disturbare il suo godimento della natura e la sua vista sul lago. Infine questo argomento cominciava a diventare spiacevole, sia per Einstein che per il consiglio municipale. Un regalo che prende una piega simile non può più far piacere ad alcuno. Divenne sempre più un mistero cosa stesse succedendo nella famosa città modello di Berlino. Ma la cosa non era finita lì. Dopo molte riflessioni il consiglio municipale si decise per un terzo appezzamento di terreno vicino all'acqua. I vicini comunque permisero il passaggio dal terreno in questione all'acqua.

Il dono era diventato sempre più misero. Quando si scoprì finalmente che la città non aveva diritto di disporre neppure del terzo appezzamento di terreno, tutta Berlino scoppiò a ridere. Si rideva con ragione del consiglio municipale, ma comunque Einstein fu coinvolto senza sua colpa nella faccenda.

Il consiglio si rese finalmente conto che non vi era alcun terreno a sua disposizione lungo l'acqua. Ma, dato che il magnifico gesto di presentare un dono allo scien-

ziato berlinese era ormai noto al pubblico, i membri del consiglio si vergognarono di lasciar finire la faccenda in un fiasco. Un delegato si recò da Einstein e gli disse: « Per essere sicuri che la terra che vi regaleremo ci appartenga veramente, vi preghiamo di scegliere un appezzamento di terreno di vostro gusto e che sia in vendita. Noi lo compreremo ». Einstein fu d'accordo. Ma poiché non desiderava occuparsi di scegliere la terra, lasciò che sua moglie andasse in giro a vedere. Essa finalmente trovò un bel posto nel villaggio di Caputh, vicino a Potsdam. Il consiglio fu d'accordo per la scelta, ed alla successiva sessione fu presentata la mozione per comperare la terra. A questo punto la faccenda si trasformò in una disputa politica. Un rappresentante dei partiti nazionali prese a discutere se Einstein fosse in realtà degno di un regalo simile. L'argomento fu rinviato alla sessione successiva.

Allora Einstein perdette la pazienza. Il regalo della sua città di adozione presentato a nome di tutti i cittadini era diventato oggetto di contesa politica, e nella migliore delle ipotesi sarebbe risultato da un compromesso politico Egli scrisse una lettera al sindaco di Berlino, che più tardi doveva diventare famoso agli occhi del pubblico per avere accettato in regalo una pelliccia per sua moglie da persona a cui aveva dato dei contratti municipali. Einstein scrisse più o meno come segue: « Caro signor sindaco, la vita umana è molto breve, mentre il lavoro delle autorità è molto lento. Sento perciò che la mia vita è troppo breve per adattarmi ai vostri metodi. Vi ringrazio per le vostre intenzioni amichevoli. Comunque ora il mio compleanno è già passato ed io rinuncio al regalo ».

Il risultato di tutta questa faccenda fu che Einstein non solo costruì la casa a proprie spese, ma dovette an-

che comprare il terreno col suo denaro. Qualche tempo dopo questi avvenimenti, mentre io ero a Berlino, la signora Einstein mi disse: « In tal modo, senza volerlo, abbiamo comprato una bella casa di nostro gusto nei boschi, presso l'acqua, spendendo quasi tutti i nostri risparmi. Ora non abbiamo denaro, ma abbiamo la nostra terra e la nostra proprietà. Ciò dà un senso di sicurezza molto maggiore ».

Questo senso di sicurezza doveva dimostrarsi errato, perché solo tre anni dopo Einstein e sua moglie furono costretti a lasciare la città e la bella casa con i suoi mobili nuovi. Questo comunque è un affare privato. Ma è molto più interessante vedere come mai una simile commedia di errori abbia potuto verificarsi nella città di Berlino.

La risposta a questo problema è la risposta all'intero problema della Repubblica tedesca. La città di Berlino era apparentemente governata da uomini che rappresentavano la cultura e che desideravano onorare Einstein. Il potere effettivo, però, era nelle mani di persone che sabotavano il lavoro di questi apparenti governanti. I funzionari della città di Berlino eseguivano gli ordini del consiglio municipale in modo tale da rendere ridicola l'amministrazione repubblicana.

Una simile situazione era nella Repubblica generale tedesca. Il Cancelliere e il Governo mostravano la loro ammirazione per l'arte e la scienza, ma già a quel tempo il potere effettivo era nelle mani di un mondo sotterraneo.

2. - *Einstein in visita a Pasadena*

Nell'anno seguente, 1930, Einstein fu invitato a passare l'inverno a Pasadena (California) come professore in visita all'Istituto di tecnologia di California. In dicembre egli salpò per l'America. In quel tempo tutto il suo interesse politico era concentrato sul pacifismo, ed egli sentiva anche che questa era la grande missione degli Stati Uniti. Mentre era ancora a bordo, egli trasmise un messaggio all'America in cui diceva: « Saluti all'America. Questa mattina, dopo un'assenza di dieci anni, quando di nuovo sto per mettere il piede sul suolo degli Stati Uniti, il mio principale pensiero è questo: il vostro paese ha sostenuto un duro lavoro conquistando una posizione di preminenza fra le nazioni del mondo. E' nel vostro paese, amici miei, che quelle forze latenti, che eventualmente uccideranno ogni mostro di militarismo professionale, potranno farsi sentire più chiare e definite. La vostra condizione politica ed economica oggi è tale, che potete distruggere intieramente la terribile tradizione della violenza militare... E' in questo senso che deve effettuarsi la vostra missione al momento attuale ».

Einstein non era d'opinione che gli Stati Uniti potessero compiere questa missione con una politica di isolamento. Il 23 marzo 1931 egli scrisse: « In questo paese si deve formare la convinzione che i suoi cittadini hanno una grande responsabilità nel campo della politica internazionale. Il ruolo di spettatore passivo non è degno di questo paese ». Egli inoltre considerava l'intervento dell'America nella politica mondiale come un intervento in favore della pace. Citava Benjamin Franklin che aveva detto: « Non vi fu mai una pace cattiva, né una guerra buona ».

Questa volta Einstein non ebbe da fare viaggi così

faticosi in tutto il paese. Fu invece invitato a prendere parte alle ricerche scientifiche che si stavano svolgendo all'istituto di tecnologia di California e all'Osservatorio di Monte Wilson. Entrambi gli istituti sono situati presso Pasadena, un quieto sobborgo di Los Angeles. Grazie agli sforzi di R. A. Millikan, l'Istituto di tecnologia di California era diventato un centro di ricerche.

Millikan, premio Nobel, era stato allievo di Michelson ed era perciò al corrente di tutta la serie delle ricerche di Einstein per quanto si riferiva al loro lato sperimentale. Egli fu sempre un uomo dotato non solo di qualità scientifiche, ma anche di qualità amministrative, e molto realista. L'entusiasmo di Einstein per il pacifismo spesso gli sembrava non adatto al nostro mondo, e questa opinione doveva risultare esatta anche troppo presto. Millikan era d'accordo con Einstein su un punto: né l'uno né l'altro negavano il compito importante delle comunità religiose nel miglioramento della cooperazione umana. Ma né Millikan né Einstein riconoscevano alcun controllo sulla scienza da parte del dogma religioso.

Nella primavera del 1931 Einstein tornò a Berlino, ed in autunno si recò di nuovo a Pasadena per passarvi un altro inverno.

Tornato nuovamente a Berlino nella primavera del 1932, arrivò appena in tempo per assistere all'atto principale dell'agonia della Repubblica tedesca. Nel marzo 1932 doveva farsi una elezione presidenziale. Il maresciallo di campo imperiale, l'ottuagenario Hindenburg, era il candidato dei socialisti democratici. Il suo principale oppositore era Adolf Hitler, capo dei rivoluzionari di destra. Grazie alla propaganda del Cancelliere del Reich Brüning, Hindenburg vinse le elezioni. I repubblicani ed i democratici erano giubilanti. Ma in realtà il potere era nelle mani di un sostenitore della passata monarchia tedesca. Sotto l'influenza di quelli che lo cir-

condavano, egli usò il potere per rovesciare la Repubblica.

Il primo atto di Hindenburg dopo le sue elezioni nel maggio fu di forzare Brüning, il suo più fedele campione e l'uomo che aveva condotto la campagna per le sue elezioni, a dimettersi da Cancelliere.

Al suo posto egli nominò Papen, un uomo che era deciso a governare con l'aiuto delle baionette, e a sradicare ogni traccia di repubblica e di democrazia. Egli annunciò al Reichstag che stava per incominciare un regime fondamentalmente nuovo, ora che il periodo del materialismo era finito. Con l'aiuto della Reichswehr depose il governo prussiano.

Molti scienziati erano lieti di questo andamento. Essi credevano che ormai le redini fossero in mano ai militari. Sino dal tempo di Bismarck erano abituati a credere che per la Germania, sia come Stato che come popolo, il governo dei « professori » fosse dannoso. La caduta degli intellettuali e dei democratici avrebbe permesso alla Germania di diventar grande. Ricordo ancora chiaramente una conversazione che ebbi con Einstein nell'estate del 1932. Eravamo nella sua casa di campagna a Caputh. Era una casa costruita di tronchi robusti, e dalle grandi finestre si vedeva il paesaggio idillico della foresta. Quando un professore che era presente espresse la speranza che un regime militare potesse piegare i nazisti, Einstein osservò: « Sono convinto che un regime militare non impedirà la imminente rivoluzione nazional-socialista. La dittatura militare sopprimerà il volere popolare, e il popolo cercherà protezione contro il governo degli junkers e degli ufficiali nella rivoluzione della destra radicale ».

Qualcuno chiese ad Einstein la sua opinione su Schleicher, che avrebbe presto preso il potere. Einstein

rispose: « Egli produrrà lo stesso risultato dell'attuale dittatura militare ».

Durante quell'estate Abraham Flexner, il famoso educatore americano, venne a Caputh per interessare Einstein al suo nuovo istituto di ricerche a Princeton. Einstein disse: « Per il momento sono ancora impegnato a passare il prossimo inverno a Pasadena, più tardi però sarò libero di lavorare con lei ». Quando Einstein partì con sua moglie per la California nell'autunno del 1932, e quando lasciarono la loro bella villa nell'idillico Caputh, Einstein le disse: « Prima di lasciare la nostra villa, questa volta guardala bene ». « Perché? », le domandò lei. « Perché non la rivedrai mai più » rispose quietamente Einstein. La moglie pensò che si trattasse di uno scherzo.

In dicembre Schleicher divenne Cancelliere. Voleva formare un nuovo governo basato sulle classi lavoratrici, ma il potere del presidente Hindenburg veniva esercitato contro di lui. Schleicher fu soltanto una fase di transizione. Alla fine del gennaio 1933, mentre Einstein era ancora nella soleggiata California a discutere con gli astronomi dell'osservatorio di Monte Wilson sulla distribuzione della materia nello spazio ed altri simili problemi dell'universo, Schleicher si dimise ed il presidente Hindenburg nominò Adolfo Hitler, suo avversario nelle ultime elezioni presidenziali, Cancelliere del Reich.

3. - *Epurazioni razziali nelle Università tedesche*

Sinora nessun aspetto del marxismo era stato così ripugnante ai professori tedeschi come l'asserzione che l'evoluzione del sapere scientifico debba essere influenzata dal potere politico. Il loro più alto ideale fu sempre l'indipendenza completa della scienza dalla politica e la netta separazione delle due cose. Ma ora il potere politico

era finito in mano del Cancelliere Hitler e del suo partito, il cui principio fondamentale era supremazia della politica su i tutti i campi della vita umana: sulle scienze, come sulla vita economica e sulla religione. L'atteggiamento del nuovo governo è comprensibile se si ricorda che il nuovo Stato non solo appariva come una nuova organizzazione politica, ma pretendeva anche di rappresentare una nuova filosofia ed un nuovo orientamento in tutti i campi della vita. Il nuovo orientamento consisteva nell'indirizzare ogni sforzo allo scopo di servire il popolo tedesco e la razza tedesca.

Questa era la mira ultima della scienza, come pure di qualsiasi altra attività.

Questa convinzione che una nuova *Weltanschaung* dovesse essere insegnata nelle Università, portò il governo a far pressione sui professori universitari. Ma poiché la libertà della scienza era uno degli slogan preferiti del mondo dei professori, il nuovo governo pensò di raggiungere le sue mire con la forza, pur conservando per quanto gli era possibile il vecchio modo di esprimersi. La ben sonante parola « libertà » continuò ad essere usata, ma ricevette un nuovo significato.

L'ambiguo uso di questa parola nella precedente filosofia tedesca aveva già preparato il terreno per l'uso nazional-socialista. In un saggio sulla « Libertà tedesca », scritto sotto l'influenza della prima Guerra Mondiale, il filosofo americano George Santayana aveva già detto: « Libertà, in bocca alla filosofia tedesca, ha un significato molto speciale. Non si riferisce ad alcuna possibilità di scelta, né ad alcuna iniziativa privata. La libertà tedesca è come la libertà degli angeli in cielo, che vedono la faccia di Dio e non possono peccare. Si basa su di una comprensione così profonda di ciò che è stabilito, che non si potrebbe desiderare altro: ve lo fate proprio e lo benedite, e sentite che è l'espressione prov-

videnziale del vostro proprio spirito. Siete immersi in simpatia nella vostra opera, nel vostro paese, nell'universo, sinché non siete più consapevoli dell'ultima distinzione fra il Creatore, lo Stato e voi stessi. Il vostro servizio obbligatorio diventa allora perfetta libertà ».

Una presentazione chiara dell'applicazione pratica di questa profonda teoria metafisica fu data da E. Krieck, il maggior esponente pedagogico di quel periodo: « Non è la scienza che deve essere limitata, ma piuttosto i ricercatori scientifici e gli insegnanti. Soltanto gli uomini di ingegno scientifico, che hanno dedicato la loro intiera personalità alla nazione, alle concezioni razziali del mondo ed alla missione tedesca, potranno insegnare ad eseguire ricerche nelle Università tedesche ».

Questa base filosofica fu creata per l'epurazione delle facoltà delle Università tedesche. La prima applicazione delle nuove teorie fu l'abolizione di tutti gli insegnamenti e di tutte le istituzioni delle scuole superiori che, date le loro origini razziali, non erano considerate adatte all'educazione della gioventù nello spirito della nuova filosofia. In questa categoria erano compresi tutti coloro che non appartenevano alla razza germanica, o nordica, o, come spesso era detta, ariana. Queste categorie di non tedeschi, non ariani, erano espressamente fatte per gli ebrei, poiché si credeva che, data la loro storia e la loro educazione, essi formassero un gruppo che avrebbe tentato di ostacolare l'educazione nello spirito dei nuovi governanti. Il termine ebreo non comprendeva solo quelli che professavano la religione ebraica. Il nuovo governo assunse un atteggiamento di neutralità verso la religione come tale. Ciò che intendevano i nazional-socialisti erano gli ebrei come razza ma in questo caso non vi era un criterio chiaro con cui determinare un ebreo di razza. Dato che una definizione era difficile a darsi, e doveva essere in certo modo arbitraria, i coscienziosi professori tede-

schi non credevano che potesse avvenire alcuna epurazione razziale. Senza una definizione chiara e precisa, il Governo tedesco non avrebbe potuto far nulla.

Ma essi non erano ancora abituati allo spirito « pragmatistico » della nuova filosofia. Le definizioni che occorrevano furono create con la massima rapidità, anche se non potevano soddisfare le richieste dei professori tedeschi dal punto di vista antropologico, etnologico o filosofico, e anche riguardo alla consistenza logica. Fin dal principio fu evidente che non vi era una definizione dell'« ariano », eccettuato il fatto che egli parlasse una lingua appartenente alla famiglia linguistica ariana. Una definizione simile, comunque, era impossibile. Altrimenti tutti coloro che parlavano lo *yiddish*, che è in fondo un dialetto tedesco, sarebbero stati ariani. In tal modo sin dal principio fu piuttosto il non ariano, anziché l'ariano, ad essere definito.

La definizione di non ariano includeva chiunque avesse almeno un avo non ariano. Gli avi però erano definiti non ariani se professavano la religione ebraica; erano definiti cioè con un criterio che non aveva nulla a che fare con la razza in senso etnologico. Era semplicemente dato per certo che due generazioni prima non vi fossero persone di origine ebrea professanti la religione cristiana.

Questa ingegnosa combinazione di definizioni basata sulle origini e sulla religione otteneva lo scopo politico voluto: cioè escludere una intera categoria di persone che si riteneva potessero esercitare una influenza politica o ideologica pericolosa per gli studenti. La definizione tuttavia non era caratterizzata dalla chiarezza scientifica e dalla precisione richiesta dai professori. Alcuni sarebbero stati disposti a cooperare all'epurazione politica delle Università, ma questo avrebbe dovuto essere fatto in maniera scientifica ed inequivocabile. Il tentativo di esclude-

re gli ebrei da ogni posto, ma riferendosi solo ai non ariani, diede origine a molte difficoltà. Secondo il significato solito e l'uso della parola ariano anteriormente all'avvento dei nazisti, vi erano altri non ariani oltre gli Ebrei. Da principio un senso di disagio nacque all'idea che gente come gli Ungheresi ed i Finnici, che erano molto ben visti dai nazional-socialisti, dovessero essere considerati come non ariani. D'altra parte non si poteva senza difficoltà considerare ariano un ungherese. Di conseguenza si decise che l'appartenenza ai non ariani fosse determinata mediante le definizione ufficiale che usava la religione degli avi. Ciò non di meno anche se qualcuno, un ungherese ad esempio, poteva provare di non essere un non-ariano, non ne conseguiva che fosse ariano. In tal modo una delle leggi fondamentali della logica normale era abolita: il principio cioè del « terzo escluso », secondo cui una cosa ha o non ha una certa caratteristica; non vi sono altre possibilità. Secondo il nuovo modo ufficiale di esprimersi, invece, un ungherese non era né un non-ariano né un ariano.

Man mano che il nuovo regime otteneva nuovi successi politici, il numero della gente che non era né ariana né non-ariana divenne sempre più grande. I Giapponesi furono presto i membri principali di questa categoria. In fine però, quando la politica anti-britannica portò i nazional-socialisti a cercare l'amicizia degli Arabi « semitici », questi furono inclusi fra i « *non* non ariani ». Prima gli ebrei furono osteggiati perché si diceva che appartenessero alla razza semitica. Ora però, con l'inclusione di questa razza fra le razze nobili, si asserì che gli Ebrei non appartenevano ad alcuna razza affatto, ma che invece formavano dei meticci anti-razza.

Ma poiché si richiedeva un criterio di razza che non si basasse su una confessione religiosa, si decise finalmente di considerare paragonabile alla razza tedesca ogni

altra razza che vivesse in agglomerati compatti e non come gli Ebrei sparsa in varie città e centri commerciali. La definizione che era stata attesa con tanta ansia ebbe infine una espressione, e le Università furono finalmente epurate secondo questo modello. Da principio vi furono ancora molte eccezioni. Furono risparmiati tutti quei professori che erano stati nominati dal Governo imperiale tedesco e non dalla Repubblica, perché si supponeva che questa avesse favorito gli Ebrei. Inoltre fu concesso di rimanere a tutti coloro che avevano combattuto per la Germania e per i suoi alleati nella Guerra Mondiale del 1914 - 1918. Col tempo però tutte queste eccezioni furono abolite e l'epurazione divenne più rigorosa. Presto si fece un passo avanti e furono licenziati tutti quei professori le cui mogli erano non-ariane secondo la definizione ufficiale.

L'epurazione razziale fu accompagnata da una contemporanea epurazione politica. Ma i principii su cui questa era basata erano molto meno precisi. Tra i professori espulsi vi erano tutti coloro che avevano avuto parte attiva nei partiti social-democratico e comunista, o che avevano appartenuto alla massoneria o ad una organizzazione pacifista. Tutti gli altri principii erano vaghi. Questa epurazione fu ancora più sconcertante di quella razziale, nella quale il destino dell'individuo era fissato ed egli non poteva far nulla per migliorarlo. In quest' altra invece, mediante un buon comportamento, chiunque poteva sperare di farsi perdonare qualsiasi peccato politico. Così molti professori, che erano prima noti come democratici, ora cominciarono a dimostrare in maniera molto palese la loro solidarietà con l'epurazione razziale e con altri orientamenti del partito al governo. Si potevano così veder coloro, che erano responsabili di codesti peccati politici, studiare l'applicazione della teoria della razza a campi come la matematica, la

chimica e così via. Altri invece, che prima sostenevano i vecchi gruppi nazionalisti e monarchici, assunsero un atteggiamento di riserva verso i nuovi padroni. In realtà alcuni, che erano stati vittime di una prima epurazione politica, furono in seguito riammessi dopo che ebbero mostrato segni di miglioramento.

Allo scopo di rendere il cambiamento più profondo, si colse l'occasione per mandare in pensione, per motivi di età, molti vecchi professori che non erano sospetti né su terreno razziale né su quello politico. Si credeva che essi sarebbero stati incapaci di adattarsi al nuovo regime. Come conseguenza di queste misure, fu possibile nominare molti nuovi professori che il Governo considerava adatti e che si credeva avrebbero insegnato nella luce della nuova filosofia.

4. - *Ostilità contro Einstein*

Quando l'epurazione cominciò, Einstein fortunatamente non era in Germania. Fu subito evidente, però, che l'ostilità dei nuovi governanti contro una certa categoria di scienziati si concentrava in maniera stupefacente, addirittura violenta, su Einstein. Come l'entusiasmo generale per la teoria di Einstein è un fenomeno straordinario nella storia della scienza, così la persecuzione di un uomo che propugnò teorie tanto astratte è anche molto strana.

I suoi nemici devono aver detto: « E' un ebreo, ed è diventato famoso in tutto il mondo come creatore di nuove idee. Ciò non è in accordo con le idee dei nuovi governanti sulla sterilità intellettuale della razza ebraica. E' un pacifista e appoggia la cooperazione internazionale ». Ciò non di meno questo non basta a spiegare l'intensità dell'avversione per Einstein.

Anche qui, come nello sviluppo della sua fama, si ve-

rifica un processo di cristallizzazione. L'odio si aggiunge all'odio, e la fama alla fama, proprio come i nuovi cristalli sorgono formandosi attorno a cristalli già esistenti.

Questo sviluppo infine raggiunse un punto tale, che i nazional-socialisti credettero che Einstein fosse il capo di un movimento segreto descritto come « comunista », o qualche volta come « Internazionale ebraica », che avrebbe lavorato contro il nuovo governo. In realtà Einstein si è sempre astenuto da ogni attività politica.

I nazional-socialisti non si accontentarono di attaccare le osservazioni puramente teoriche di Einstein sulla politica, che in generale erano accademiche, ma cercarono anche di dimostrare che vi era qualche cosa di « bolscevico » e di « ebraico » nelle sue teorie. Come abbiamo visto, gli inizi di questi attacchi erano già palesi alla fine della guerra nel 1918. Ora però i capi della campagna contro Einstein sentirono che il loro momento era giunto. Ora essi potevano mostrare apertamente le loro sincere opinioni, mentre ai difensori di Einstein non era più permesso di rispondere. Così nel maggio 1933 Lenard, il vecchio nemico di Einstein, pubblicò un articolo nel *Völkischer Beobachter,* l'organo principale del partito nazional-socialista, in cui poté finalmente esprimersi senza alcun ritegno.

« L'esempio più importante dell'influenza pericolosa dei circoli ebraici sullo studio della natura fu dato dal sig. Einstein con le sue teorie matematicamente rappezzate, costituite da nozioni preesistenti e da aggiunte arbitrarie. Queste teorie ora si vanno frantumando, come è destino di tutti i prodotti che si allontanano dalla natura. Anche scienziati che hanno da parte loro compiuto opere solide non possono evitare il rimprovero di aver permesso che la teoria della relatività prendesse piede in Germania, poiché essi non videro o non vollero vedere quanto sia stato errato, anche all'infuori del cam-

po della scienza, considerare questo ebreo come un buon tedesco ».

Due anni più tardi questo stesso Lenard tenne un discorso inaugurale per l'apertura di un nuovo istituto di fisica, in cui disse: « Spero che l'Istituto possa essere una bandiera di battaglia contro lo spirito asiatico nella scienza. Il nostro Führer ha eliminato questo stesso spirito in politica e nell'economia nazionale, dove è noto sotto il nome di marxismo. Nella scienza naturale, con la sopravalutazione di Einstein, esso si regge ancora. Dobbiamo riconoscere che è indegno di un Tedesco essere il seguace intellettuale di un Ebreo. La scienza naturale propriamente detta è di origine completamente ariana, ed i Tedeschi devono oggi trovare la propria via nel regno dell'ignoto. Heil Hitler ». La prova che le ricerche di Einstein erano tipicamente ebree si ottenne dando una definizione della fisica ebraica che conteneva tutti i lati caratteristici della fisica einsteniana. Fu così considerato come particolarmente ebreo il fatto che una teoria fosse molto astratta, cioè che fosse collegata con le osservazioni sensoriali soltanto tramite una lunga catena di pensieri senza immediate applicazioni tecniche. Tutto ciò era considerato ebreo. Si dimenticava ora completamente che i numerosissimi seguaci della dottrina nordica avevano provato che lo spirito ariano domina nel cielo delle speculazioni, mentre il non ariano è a suo agio nel mondo materiale, l'unico che sia accessibile alla sua mente inferiore.

La richiesta che la scienza si occupi delle necessità pratiche immediate non è rara in un nuovo regime, che deve sviluppare le risorse del paese il più rapidamente possibile, sia che si tratti di una politica di conquista o di ricostruzione. Troviamo esigenze simili all'inizio del regime sovietico in Russia. Nel 1934 Hermann Göring, il secondo capo nazista, disse: « Onoriamo e rispettiamo la

scienza: ma essa non deve diventare fine a se stessa e degenerare in una arroganza intellettuale. Ora i nostri scienziati hanno un campo fertile. Essi devono trovare come questa o quella materia prima che dobbiamo importare dall'estero possa essere sostituita in patria ». E il Ministro dell'Educazione Bernhard Rust disse brevemente e succintamente: « Il nazional-socialismo non è il nemico della scienza, lo è soltanto delle teorie ». Con ciò, non soltanto Einstein, ma in realtà una intera scienza veniva condannata, la fisica teorica. In quel tempo un eminente rappresentante di questa scienza in Germania, che era riuscito ad evitare l'epurazione, mi fece notare scherzando: « Dovete sapere che Einstein ha compromesso tutta la nostra scienza ».

Solo pochi anni prima, il fisico tedesco Wilhelm Wien, che simpatizzava col nazionalismo tedesco, in una conversazione col grande fisico inglese Ernest Rutherford disse: « La teoria della relatività è una cosa che voi Anglosassoni non capirete mai, perché richiede un gusto genuinamente tedesco per la speculazione astratta ». Ed il fisico francese Bonasse disse: « Lo spirito francese, col suo desiderio di lucidità latina, non comprenderà mai la teoria della relatività. E' un prodotto della tendenza teutonica alla speculazione mistica ».

Come dissi, quando cominciò la grande epurazione, Einstein era ancora in America. Alla notizia degli eventi in Germania, egli andò a New York e si mise in comunicazione col console tedesco. Secondo il suo mandato ufficiale, questi disse ad Einstein che non doveva aver paura di tornare in Germania. Un governo nazionale era ora al potere ed avrebbe fatto giustizia di tutto. Se egli era innocente non gli sarebbe capitato nulla. Einstein comunque decise di non tornare in Germania sin che fosse rimasto al potere l'attuale regime, e lo disse apertamente al consolato. Dopo che la conversazione ufficiale fu ultimata,

il console gli disse in via privata: « Signor professore, ora che stiamo parlando da uomo a uomo, devo dirvi soltanto che fate bene ». Molti giornalisti volevano sentire l'opinione di Einstein sui recenti avvenimenti in Germania. Ma egli ripeté soltanto ciò che aveva sempre detto: egli non desiderava vivere in uno Stato dove non esisteva la libertà di esprimersi, ed in cui prevalevano delle intolleranze religiose e razziali. Comunque non entrò in alcuna discussione concreta. Egli partì per l'Europa nella primavera del 1933 e fissò la sua residenza sulla costa belga a Le Cocque, non lontano da Ostenda. Fin dal principio si rese conto che le sue relazioni con l'Accademia Prussiana dovevano cessare. L'unica questione era se egli dovesse dimettersi di sua iniziativa o attendere di essere espulso dall'Accademia. Il personaggio più importante dell'Accademia era in quel tempo Max Planck, l'uomo che aveva scoperto per primo Einstein, che lo aveva presentato come il Copernico del ventesimo secolo, e che, malgrado tutti i conflitti, lo aveva sostenuto durante tutta la permanenza di lui a Berlino. Si capisce che quest'uomo non volesse espellere Einstein dall'Accademia. E a sua volta Einstein voleva risparmiargli questo passo spiacevole. Egli scrisse brevemente che sotto il presente Governo non voleva servire più a lungo lo Stato prussiano e che perciò rassegnava le sue dimissioni.

Da principio l'Accademia non seppe che atteggiamento prendere, e vi furono molte discussioni al riguardo. Da una parte vi era il desiderio di mantenere all'Accademia la reputazione di un ente scientifico imparziale, dall'altra il desiderio di assecondare l'idea del Governo nazionale. Nernst, che era sempre in certo modo liberale, disse in una sessione: « Perché si dovrebbe richiedere ad un grande matematico, membro dell'Accademia, di essere anche un Tedesco di idee nazionaliste? Non furono d'Alambert, Maupertuis, Voltaire membri della nostra Accademia, di

cui siamo ancora oggi orgogliosi? E questi uomini per giunta erano Francesi ». Egli ripeteva continuamente, quando incontrava un accademico: « Come giudicheranno i posteri la nostra Accademia? Non saremo noi considerati dei codardi che si sono piegati alla forza? ». Ma dato che i giornali del partito al governo erano pieni di attacchi contro Einstein e lo accusavano di lavorare all'estero contro il proprio paese, l'Accademia decise infine di pubblicare una dichiarazione intonata ad una certa tristezza, in cui essa negava di avere alcun rapporto con Einstein: « Non abbiamo motivo di rammaricarci delle dimissioni di Einstein, — diceva — l'Accademia è impressionata dalle sue attività di agitatore all'estero. I membri dell'Accademia hanno sempre sentito una profonda lealtà verso lo Stato prussiano. Pur essendosi sempre tenuti in disparte da ogni partito politico, hanno tuttavia sempre confermato la propria lealtà all'idea nazionale ».

Einstein, che non sapeva di avere partecipato ad agitazioni all'estero, rispose, in una lettera all'Accademia, il 5 aprile: « Io non sapevo di aver diffuso all'estero le cosiddette « storie delle atrocità » sulla Germania. E, per essere onesto, non ho notato che sia mai circolato alcun resoconto di atrocità. Ciò che ho notato è che le affermazioni dei membri del nuovo Governo tedesco sono state ripetute e commentate, specialmente il programma per la distruzione degli Ebrei tedeschi... Spero che l'Accademia vorrà trasmettere questa lettera ai suoi membri e vorrà anche far del suo meglio per divulgarla fra il pubblico tedesco; poiché io sono stato infamato dalla stampa, e l'Accademia con i suoi comunicati ai giornali ha contribuito a questa diffamazione ».

Poiché l'Accademia non poteva sostenere che Einstein avesse inventato storie di atrocità e le avesse divulgate all'estero, essa si limitò alla affermazione che, mentre Einstein non aveva inventato alcuna storia, tuttavia non

aveva fatto alcuno sforzo per opporsi energicamente a quelle che erano in circolazione e per difendere la sua patria.

Il 7 aprile l'Accademia scrisse ad Einstein approssimativamente quanto segue:

« Abbiamo atteso con fiducia che un uomo come Lei, che era stato per tanto tempo membro della nostra Accademia, si schierasse dalla parte della nostra nazione, e, senza badare alle Sue simpatie politiche, si opponesse all'ondata di menzogne che sono state diffuse contro di noi. In questi giorni, in cui ogni sorta di infamia è stata scagliata contro la Germania, sia in maniera volgare sia in maniera ridicola, una parola in difesa della Germania da parte di un uomo illustre come Lei avrebbe avuto un grande effetto all'estero. Al contrario, le Sue osservazioni riuscirono utili ai nemici non solo dell'attuale Governo tedesco, ma dell'intero popolo tedesco. Ciò è stato di amaro disappunto per noi. Avrebbe condotto ad una divergenza delle nostre vie in ogni caso, anche se noi non avessimo ricevuto le Sue dimissioni ».

Einstein si rese conto che continuare la corrispondenza non avrebbe avuto scopo alcuno. Il 12 aprile egli scrisse una lettera di congedo all'Accademia a cui era legato da tanto lavoro comune. In essa diceva:

« Voi dite che una mia parola in favore del popolo tedesco avrebbe avuto un grande effetto all'estero. A ciò io devo rispondere che una simile parola sarebbe stata la smentita di ogni concetto di giustizia e di libertà per cui io mi sono battuto durante tutta la mia vita. Una simile testimonianza non sarebbe stata, come voi dite, una parola in difesa del popolo tedesco. Al contrario, una tale affermazione avrebbe contribuito a svalorizzare le idee ed i principii per i quali il popolo tedesco ha acquistato un posto onorevole nel mondo civilizzato. Con una simile testimonianza, avrei contribuito, sia pure

indirettamente, ad imbarbarire la morale e a distruggere i valori della cultura. La vostra lettera mi prova quanto feci bene a rassegnare le mie dimissioni dall'Accademia ».

Einstein rassegnò volontariamente le dimissioni dall'Accademia per risparmiare a Max Planck l'atto penoso e vergognoso di espellere dall'Accademia, a beneficio di un partito politico, un uomo che egli considerava come uno dei membri di maggior valore. Max Planck era uno dei professori tedeschi che ripetutamente asserivano che i nuovi governanti stavano perseguendo uno scopo grande e nobile. Noi scienziati, che non comprendiamo la politica, non dovremmo crear loro alcuna difficoltà. E' nostro compito di cercare che ogni scienziato abbia a soffrire il meno possibile; e sopra tutto dobbiamo fare ogni cosa per mantenere alto il livello della scienza in Germania. Almeno così gli stranieri malevoli non potranno dire che si stia verificando un abbassamento di livello in ogni parte del nostro paese.

L'idea che le molte brutalità praticate su individui ed istituzioni fossero soltanto fenomeni marginali e contingenti della « Rivoluzione da destra », era molto diffusa fra uomini del tipo di Planck. Uno dei maggiori scienziati dell'Università di Berlino disse a Planck che avrebbe voluto lasciare Berlino immediatamente e cercarsi un lavoro all'estero. Egli sentiva che un giorno sarebbe stato vittima di una ulteriore epurazione. Planck gli rispose: « Ma, mio caro collega, quali strane idee hai! Se non trovi di tuo gusto le presenti condizioni all'Università, perché non prendi una licenza di un anno? Fai un viaggio piacevole all' estero e compi qualche studio. E quando tornerai, gli aspetti spiacevoli del nostro attuale governo saranno scomparsi ». Planck, all'Istituto Kaiser Wilhelm di cui era presidente, si sforzava di mantenere in carica

gli scienziati non ariani. Egli credeva che in tal modo avrebbe potuto evitare dei disagi a persone che stimava, sperando che così il lavoro di ricerca dell'Istituto e la fama della scienza tedesca non avrebbero subito danni.

Era favorito in ciò dal fatto che i non ariani venivano tollerati più a lungo nel campo delle ricerche che in quello dell'insegnamento. In tal modo Planck riuscì a mantenere molti di questi ricercatori anche dopo l'epurazione generale a Berlino. Ma quando l'epurazione infine colpì anche loro, essi si trovarono in una situazione particolarmente critica. Era più difficile per loro lasciare la Germania e trovar lavoro all'estero.

Planck tentò una volta con un suo intervento personale di convincere Adolf Hitler che l'applicazione meccanica della sua « definizione di non ariano » nelle organizzazioni di educazione e di ricerca avrebbe avuto un effetto sfavorevole. L'incontro di Planck con Hitler fu argomento di molte discussioni nei circoli universitari di Berlino a quel tempo. Planck non ebbe molta possibilità di esporre i suoi argomenti. Il Führer gli parlò in maniera polemica, come se stesse facendo della propaganda ad un raduno di massa, e non come si parla ad un visitatore singolo nel proprio ufficio. Fra le altre cose, Hitler disse che avrebbe dato agli Ebrei qualche possibilità di lavoro, se non fossero stati tutti bolscevichi. Quando Planck timidamente obbiettò che questo certamente non si poteva attribuire ad un uomo come Haber, Hitler disse: « Mi creda, coloro che non sono bolscevichi apertamente lo sono in segreto ». Inoltre il Führer disse decisamente: « Non pensi che io abbia nervi così deboli che considerazioni tanto meschine possano distogliermi dal mio grande scopo. Ogni cosa sarà compiuta sino all'ultima lettera ».

Come abbiamo visto, Einstein risparmiò all'Accademia prussiana l'imbarazzo di doverlo buttar fuori, ma

ricevette una lettera ufficiale dall'Accademia Bavarese di Scienze, che lo informava che era stato espulso dai suoi ranghi.

La villa di Einstein a Caputh fu perquisita dalla polizia politica. Si credeva che il partito comunista avesse colà nascosto dei depositi di armi. Tale accusa era il risultato delle fantastiche idee secondo le quali Einstein era un capo politico ed un cospiratore. I beni di Einstein, la sua villa come il suo conto in banca, furono tutti confiscati dallo Stato. Nella comunicazione che egli ne ricevette dalla polizia politica, le ragioni addotte erano: « Era chiaro che la proprietà avrebbe dovuto essere usata per finanziare una rivolta comunista ». Il « dono » della città di Berlino lo aveva spinto ad usare gran parte dei suoi risparmi per costruirsi una villa che ora era stata confiscata, e ad Einstein rimase ben poco di tutti i suoi averi. Contemporaneamente divenne evidente che, assumendo la cittadinanza tedesca come segno di simpatia per la Repubblica tedesca, egli aveva agito a proprio svantaggio, dato che come straniero svizzero sarebbe stato protetto contro la confisca dei suoi averi.

Gli scritti di Einstein sulla teoria della relatività furono bruciati pubblicamente nella piazza davanti all'Opero di Stato di Berlino, assieme ad altri libri, alcuni dei quali erano considerati osceni, altri bolscevichi. Per qualche tempo vi fu anche una disposizione secondo la quale tutti i libri scritti da Ebrei dovevano essere contrassegnati come « tradotti dall'ebraico ». Ciò era fatto allo scopo di dimostrare che essi solo apparentemente erano scritti in tedesco. A quel tempo vi fu ancora qualche professore di fisica in Germania che, facendo una lezione sulla teoria della relatività, si permise di osservare scherzando: « E' un errore credere che gli scritti originali di Einstein fossero in ebraico ». Ci si doveva aspettare che alcuni degli oppositori scientifici di Einstein approfittas-

sero dell'ostilità del nuovo regime contro di lui per impedire, per quanto possibile, l'insegnamento delle sue teorie nelle Università tedesche. Fra questi oppositori, oltre al già menzionato Lenard, vi era un altro ben noto fisico, Johannes Stark. Egli aveva fatto qualche notevole scoperta sperimentale, per cui, come Lenard, aveva ricevuto il premio Nobel. Ma era incapace di comprendere una complessa struttura teorica. Come Lenard, egli sosteneva l'idea che vi fosse qualche cosa di « non tedesco » nel predominare la teoria sulla osservazione sensoriale, e questo doveva perciò essere sradicato dall'insegnamento nelle scuole tedesche. Stark trovò anche una spiegazione al fatto che tanti fisici tedeschi accettavano la teoria della relatività, sebbene fosse estranea allo spirito tedesco. Egli spiegava questo come conseguenza del fatto che molti fisici avevano mogli ebree.

L'uso del potere politico per imporre le proprie idee nel campo della scienza fece nascere molte preoccupazioni tra i fisici tedeschi. Uno dei maggiori tra essi mi disse allora: « E' una fortuna per noi che Lenard e Stark non siano più giovani. Se avessero ancora il loro slancio giovanile, ci imporrebbero tutto ciò che dobbiamo pensare ».

Ciò nondimeno, non tutto era eseguito così radicalmente come gli oppositori di Einstein avrebbero voluto. Il partito nazional-socialista adottò addirittura una disposizione secondo la quale nessuna teoria fisica potesse pretendere di essere « veramente nazional-socialista ». Ciò malgrado, la teoria di Einstein non fu completamente sradicata dalle Università tedesche. Dipendeva dal coraggio individuale dell' insegnante. Alcuni insegnavano la teoria senza menzionare il nome Einstein, altri omettevano il nome « teoria della relatività ». Alcuni andavano anche oltre: essi insegnavano i risultati che derivano da questa teoria come fatti sperimentali, ma omet-

tevano completamente la logica connessione fra di essi, resa possibile dalla teoria. Nessun fisico poteva prescindere da questi risultati importanti, come la relazione tra la massa e l'energia o tra la massa e la velocità.

La maggior parte dei fisici tedeschi doveva aguzzare l'ingegno per escogitare i modi di proteggersi dalla continua interferenza nella loro scienza da parte di fisici politici, come Lenard. Alcuni di essi arrivarono all'idea che, malgrado la gravità della situazione, vi fosse in ciò un lato comico. Essi pensarono che vi era un unico modo di scuotere il prestigio di Lenard con le nuove autorità: si trattava cioè di provare che egli fosse un non-ariano. Ciò sembrava possibile, dato che il padre di Lenard aveva fatto il mediatore di affari a Pressburg (Bratislava), la capitale della moderna Slovacchia. Dato che la maggior parte degli abitanti di questa città erano ebrei, e che l'essere mediatore era considerato come un mestiere tipicamente ebreo, vi era qualche speranza che ciò potesse essere vero. Poiché io insegnavo allora in Cecoslovacchia, — nazione a cui apparteneva Pressburg a quell'epoca, — ricevetti ripetute richieste da parte dei maggiori fisici tedeschi di fare ricerche a Pressburg riguardo ai quattro avi di Lenard. Devo ammettere che non mi sono mai occupato di ricerche genealogiche. Affidai la ricerca ad un amico a Pressburg, ma anch'egli non fu troppo zelante, e le ricerche non andarono oltre i genitori di Lenard. Fu possibile stabilire che essi non professavano le religione ebraica. Ciò nondimeno lo zelo con cui i fisici tedeschi dovevano seguire simili problemi nell'interesse della loro scienza, è un indice di questo periodo particolare.

5. - *Le ultime settimane in Europa*

Einstein passò le ultime settimane della sua permanenza in Europa in una villa nascosta tra le grandi dune di sabbia di Le Cocque sur Mère, una bella stazione balneare in Belgio. Attorno, i bambini costruivano castelli di sabbia e le donne passeggiavano nei loro attraenti modelli da bagno parigini; Einstein era in una situazione particolare. Egli non era tornato in Germania, i suoi amici lo avevano avvertito che sarebbe certamente stato arrestato e forse ucciso se si fosse fatto vedere in quel paese.

Le Cocque però non era molto lontano dalla Germania. Molti temevano che dei fanatici potessero attraversare la frontiera e « liquidarlo ». Se si fossero ritirati in Germania dopo aver commesso una simile impresa, non avrebbero avuto da temere alcuna punizione, dato che l'assassinio sarebbe stato commesso con la « migliore delle intenzioni ». Vi erano molti precedenti simili. Si mormorava addirittura che una grossa taglia fosse stata posta sul capo di Einstein; ma è difficile stabilire l'esattezza di simili dicerie.

Einstein aveva buoni amici nel Belgio. L'abate Lemaître, un prete cattolico, aveva trovato che le equazioni di Einstein del campo gravitazionale nello spazio universale erano in accordo anche con la distribuzione della materia nell'universo che in media non sempre rimane la stessa. Da ciò l'abate poté desumere che le varie galassie si allontanavano sempre più le une dalle altre. Egli fondò così la teoria *dell'universo in espansione*, che era già stata accennata in rapporto alla teoria di Einstein da Friedmann, un matematico russo sovietico, più di dieci anni prima. Questa teoria acquistò notorietà per la prima volta con

Lemaitre e poi molto più con Eddington e fu confermata da osservazioni astronomiche. Poiché l'abate Lemaitre era una delle glorie della scienza belga, la regina del Belgio si interessò anche delle teorie di Einstein e in varie occasioni si compiacque di conversare con lui.

La famiglia reale belga ed il governo belga temevano che degli assassini potessero venire in Belgio ad uccidere Einstein. Si dispose perciò che due guardie del corpo lo sorvegliassero giorno e notte. Naturalmente ciò era piuttosto fastidioso per lui. Prima di tutto era spiacevole, per una persona gentile come Einstein, dare troppo da fare alle sue due ombre, ed inoltre, per un *bohémien* come Einstein, era veramente fastidioso essere costantemente sotto la sorveglianza della polizia. Il Governo belga comunque non desiderava essere responsabile di alcun incidente.

Nell'estate del 1933, durante un viaggio da Londra al Continente, passando da Ostenda mi ricordai che Einstein viveva lì vicino, e decisi di cercarlo. Non conoscevo il suo indirizzo, ma provai ad ogni modo ad andare a Le Cocque e chiesi agli abitanti se sapessero dove abitava Einstein. Come appresi più tardi, le autorità avevano dato ordine preciso agli abitanti di non dare ad alcuno informazioni riguardo alla residenza di Einstein. Poiché io non sapevo nulla di tutte queste precauzioni, chiesi ingenuamente; e subito, con eguale ingenuità, mi furono date tutte le informazioni che volevo. Finalmente arrivai ad una villa in mezzo alle dune e vidi la signora Einstein seduta nella veranda; da ciò capii che avevo raggiunto la mia meta. In distanza vidi due uomini piuttosto robusti in conversazione molto animata con la signora Einstein. Fui piuttosto stupito di queste due visite, dato che ero abituato a vedere soltanto scienziati, scrittori, ed artisti con gli Einstein. Mi avvicinai di più alla villa; non appena i due uomini mi videro, si slanciarono

verso di me e mi afferrarono. La signora Einstein balzò su con faccia pallida e spaventata; infine mi riconobbe e disse: « Essi la sospettano di essere l'assassino di cui si va parlando ». Rassicurò i poliziotti e mi introdusse in casa.

Dopo un po' anche Einstein scese le scale. Nel frattempo la signora Einstein mi chiese come avevo potuto trovare la casa, ed io risposi che me l'aveva indicata la gente dei dintorni. « Ma questo era severamente proibito », ella disse. Einstein rise di cuore per l' insuccesso delle misure prese dalla polizia per la sua protezione

A quel tempo la sua mente era ancora occupata dalla corrispondenza con l'Accademia di Berlino. Egli mi mostrò le varie lettere e commentò l'atteggiamento che avevano assunto le persone implicate in quella situazione. Si soffermò lungamente sulla personalità di Max Planck. « In fine — disse — per risolver ogni fastidio ho composto parecchi versi umoristici. Ho messo tutte le lettere in un plico e sopra ad esse i versi. Essi cominciano così:

Grazie per una lettera sì ardente,
proprio tedesca come il suo mittente

Vi era qualche cosa di genuinamente artistico nella natura di Einstein; faceva venire in mente quel passo dell'autobiografia di Goethe, dove l'autore narra come riesca a superare ogni preoccupazione mentale esponendola artisticamente. Einstein in casi simili suonava qualche breve ma vigorosa composizione sul violino, o componeva qualche verso umoristico. Sebbene non raggiungessero con ciò il livello classico del *Faust* di Goethe, tuttavia psicologicamente otteneva lo stesso risultato. In questa occasione Einstein ripetutamente notò che staccandosi dal suo ambiente di Berlino provava quasi un

senso di liberazione. La signora Einstein, che era presente a questa conversazione, non era molto d'accordo in questo. Ella era molto affezionata alla Germania, e gli disse: « Non dovresti essere così ingiusto, hai avuto anche molte ore felici a Berlino. Per esempio, spesso mi hai detto, venendo a casa da una conferenza di fisica, che una simile riunione di fisici d'eccezione non si poteva trovare in alcun'altra parte del mondo ». « Sì — disse Einstein — da un punto di vista puramente scientifico la vita a Berlino era veramente piacevole. Ciò non di meno, spesso avevo l'impressione che qualche cosa mi opprimesse, e spesso ebbi il presentimento che ciò non avrebbe avuto una buona conclusione ».

Parlammo poi della predizione che circa undici anni prima mi aveva fatto a Praga, prima del suo viaggio in America. La catastrofe in Germania era avvenuta veramente al tempo da lui predetto. « Sai — disse Einstein — recentemente ho fatto una esperienza molto notevole. Probabilmente ricordi il mio amico collega Fritz Haber, il famoso chimico ». (Il lettore ricorderà che costui apparteneva al cerchio degli amici intimi di Einstein a Berlino. Egli aveva sempre spinto Einstein ad adattarsi al pensiero dei nazionalisti tedeschi, come lui stesso aveva fatto). « Ho ricevuto una lettera da Fritz Haber in cui egli mi informa della sua intenzione di chiedere un posto all'Università di Gerusalemme. Da ciò puoi vedere come il mondo intero sia sottosopra ». Parlammo molto di questa Università alla cui fondazione Einstein aveva tanto contribuito. Ora che Einstein era diventato disponibile, l'Università di Gerusalemme faceva ogni possibile tentativo per averlo. Ma egli non era molto incline ad accettare. Non amava l'idea che in questo periodo così critico per il popolo ebraico l'Università cercasse di avere dei professori che erano già famosi per aumentare il proprio prestigio. In un momento in cui il futuro di tanti giovani

studiosi ebrei era posto in pericolo, egli pensava che questa Università avrebbe dovuto fare la sua scelta fra i più capaci di questi giovani e permettere loro di insegnare e di eseguire ricerche. Per la stessa ragione Einstein consigliò al famoso Haber di non andare a Gerusalemme.

Discorremmo delle fantasticherie correnti fra le classi governanti tedesche, secondo le quali Einstein era un politicante. La signora Einstein raccontò un incidente successo poco tempo prima. Essi avevano ricevuto una lettera in tedesco da uno sconosciuto che chiedeva insistentemente ad Einstein di riceverlo. Poiché non era permesso ad alcuno sconosciuto di avvicinarsi alla villa per paura di un assassinio, la signora Einstein rifiutò. Poiché quello insisteva dicendo che si trattava di cosa molto importante, la signora Einstein si dichiarò finalmente disposta a ricevere quest'uomo in assenza di suo marito. L'uomo infatti venne, e raccontò che egli aveva appartenuto alle *truppe d'assalto naziste* (S. A.), era uscito dal partito ed era ora contrario ad esso. Egli conosceva tutti i segreti del partito, e voleva venderli agli avversari per cinquantamila franchi. Voleva sentire se Einstein era disposto ad affrontare la spesa per queste informazioni.

« Perché supponete — disse la signora Einstein — che il professor Einstein si interessi dei segreti del vostro partito? ». L'ex S. A. rispose: « Sappiamo tutti benissimo che il prof. Einstein è il capo del partito avversario in tutto il mondo, e queste informazioni sarebbero perciò molto importanti per lui ». La signora Einstein spiegò all'uomo che si sbagliava e che Einstein non si interessava di questi segreti, sia che fossero genuini o falsi.

Ciò non di meno questo fatto lasciò uno spiacevole senso di disagio.

6. - *Le idee di Einstein sul servizio militare*

La rivoluzione della destra tedesca fece comprendere ai piccoli Stati limitrofi che era giunto il momento in cui la Germania avrebbe violato il trattato di Versailles, se necessario, con la forza. Per ogni persona intelligente che conoscesse gli ammaestramenti della storia, era evidente che la Germania non si sarebbe limitata alla abolizione dell' « ingiustizia di Versailles », ma avrebbe colto l'occasione per prendere qualche cosa di più e realizzare il suo vecchio sogno di uno « spazio vitale ». La guerra del 1914-18 aveva fatto capire ai Belgi che gli uomini politici tedeschi comprendevano il Belgio in questo spazio vitale. Sin dal 1933, circa al tempo in cui Einstein venne nel Belgio, questa convinzione faceva nascere un senso di insicurezza in molte persone.

D'altra parte in Belgio come dovunque in quel tempo, specialmente tra i giovani, era fermamente radicata l'idea che ogni guerra fosse organizzata dalla classe capitalista per sopprimere la classe operaia. Perciò ogni giovane di idee sociali progressive avrebbe dovuto astenersi dall'appoggiare la guerra in alcun modo. Ma sin da allora era già evidente a molti Belgi che l'opposizione assoluta ad ogni guerra avrebbe reso il paese una facile preda per i suoi vicini, che predicavano la guerra come lo strumento più importante della politica. Perciò i giovani di idee radicali si trovavano di fronte a questo problema: si deve continuare la propaganda contro il servizio militare e la preparazione militare, rendendo in tal modo più facile una invasione da parte dei vicini bellicosi, o si deve prendere parte alla difesa della patria, obbedendo così agli argomenti di coloro che sino allora erano stati considerati come i nemici dei lavoratori?

Un gruppo di rappresentanti dei giovani pacifisti

belgi si rivolse ad Einstein per chiedergli la sua opinione su questo caso di coscienza, dato che egli era dovunque noto come un fautore del movimento contro la guerra ed il servizio militare. Non prima della primavera del 1931 egli aveva salutato con gioia un manifesto diramato da ecclesiastici americani, in cui essi annunciavano che non avrebbero preso parte ad alcuna guerra futura, anche se il loro governo avesse sostenuto che era per la difesa del loro paese. Einstein, riferendosi a queste affermazioni, aveva scritto quanto segue: « E' una rivelazione consolante delle qualità del clero americano il fatto che il cinquantaquattro per cento di coloro che risposero al questionario abbiano manifestato il proposito di non partecipare ad alcuna guerra futura. Solo una simile posizione radicale può essere utile al mondo, dato che il governo di ogni nazione è obbligato a presentare ogni guerra come una guerra di difesa ».

Ma quando i giovani belgi si rivolsero ad Einstein chiedendogli se avrebbero dovuto rifiutarsi di cooperare nel caso che il Belgio fosse coinvolto in una guerra fra i suoi grandi vicini, Einstein non esitò neppure un momento. Sin dal primo istante egli si rese conto di dover dare una risposta che incoraggiasse ad agire come gli sembrava consigliabile date le circostanze. Non si lasciò confondere dalla vana idea di essere coerente coi propri principii in qualsiasi circostanza. Altri avrebbero insistito sui principii, anche se questi avessero portato ad azioni e risultati contrari alle loro idee. Einstein si rendeva conto che lo scopo dei principii nella vita sia pubblica che privata è solo quello di incoraggiare le azioni che producono i risultati desiderati. I principii perciò non devono essere considerati come fine a se stessi. Egli rispose brevemente e concisamente: in questo caso ognuno deve combattere come meglio può per la libertà della sua patria: il Belgio. Questa risposta destò notevole im-

pressione in quel tempo. Molte persone dubitavano persino della sua genuinità. Molti dissero: « Certamente un principio non diventa falso perché un singolo caso conduce a conseguenze che sono cattive, come ad esempio in questo caso il trionfo del nazional-socialismo ».

La gente che si aspettava da Einstein che egli rimanesse fedele ai suoi principii senza alcuna considerazione delle conseguenze, non comprendeva il carattere fondamentalmente positivistico e pragmatistico del suo pensiero. Egli pensava in politica esattamente come in fisica. Quando si trovava veramente a contatto con un problema concreto, le basi positivistiche del suo pensiero diventavano evidenti. Egli non credeva che i principii avessero alcun significato all'infuori delle loro conseguenze, che possiamo sperimentare in base alle nostre esperienze. Qualche volta gli piaceva riflettere sull'effetto emotivo prodotto dai principii espressi in parole. Come conseguenza di ciò il suo linguaggio, sia in fisica che in politica, in qualche caso acquistava un tono metafisico. Ma ciò era soltanto un modo più o meno poetico di parlare; che presentava un punto di contatto col sentimento umano. Fondamentalmente la sua posizione fu sempre chiara: egli non avrebbe mai sostenuto dei principii solo per la loro apparente bellezza, se essi avessero condotto a conseguenze disapprovabili per lui. Per questa ragione gli attacchi contro Einstein da parte di quelli si opponevano alla guerra per principio avevano lo stesso carattere di quelli dei suoi oppositori in fisica, che lo rimproveravano di aver sostenuto in un primo tempo il principio della costanza della velocità della luce nella sua teoria speciale della relatività del 1905, e di averlo poi abbandonato nella sua teoria della gravitazione, poiché in accordo con la seconda, la velocità con cui si propaga la luce dipende dalla intensità del campo gravitazionale. Alcuni degli oppositori di Einstein lo accusavano d'essere incoerente e di cercare di

nascondere questa incoerenza. Questa spiegazione però è in certo modo ingannevole. La costanza della velocità della luce è vera soltanto sotto condizioni molto speciali, e cioè quando non sono presenti forti campi gravitazionali.

Enumerando le restrizioni sotto le quali un certo principio è valido, non si è incoerenti, ma semplicemente si aumentano le nostre cognizioni.

Ciò è egualmente vero per l'atteggiamento di Einstein riguardo alla questione del servizio militare. In quel tempo io non ebbi occasione di discutere questo argomento personalmente con lui, ma subito dopo l'arrivo di Einstein in America la stessa questione si presentò colà in modo non meno imperativo. Il movimento radicale giovanile, rappresentato dal Congresso della Gioventù Americana, inizialmente voleva sostenere il principio di assoluta opposizione alla guerra, anche nel caso di una guerra di Stati democratici contro il fascismo, perché per essi una simile guerra era imperialistica per principio. Einstein non si lasciò confondere da questi argomenti e vide che in America come in Belgio questi « oppositori della guerra » stavano lavorando soltanto per la vittoria della più grande potenza militare.

Come conseguenza, essi avrebbero ottenuto proprio lo scopo opposto a quello per cui pensavano di lavorare. Einstein riteneva che il principio di assoluta non partecipazione alla guerra avesse senso soltanto quando una vittoria delle differenti potenze non portasse a conseguenze molto differenti per la popolazione. Nell'Europa, dopo il 1918, si poteva dire: non è molto diverso essere governati dalla Francia o dalla Repubblica tedesca, dagli Stati Uniti o dall' Inghilterra. Queste differenze non giustificano la guerra. Ma questo punto di vista non può essere mantenuto più a lungo quando esistono Stati i cui principii di governo differiscono così radicalmente gli uni

dagli altri come per il caso della Germania nazista e degli Stati che la circondano. In condizioni simili non si può rimanere indifferenti su chi sarà il vincitore. Come il principio della costanza della velocità della luce è valido soltanto se non sono presenti grandi differenze di potenziale gravitazionale e perciò grandi forze, così il principio del rifiuto assoluto di compiere il servizio militare è valido soltanto quando non vi siano differenze estreme fra principii di governo degli opposti Stati.

Negli U.S.A., oppositori del servizio militare, come Bernard Russel e Archibald MacLeish, trassero le stesse conseguenze dalla situazione. Molti fautori del pensiero metafisico stigmatizzarono tali uomini come « incoerenti » e si domandarono come dei logici tipo Russell potessero essere così illogici. Il caso di Einstein però avrebbe dovuto mostrare loro come la costanza in senso metafisico, cioè l'adesione letterale ad un principio, non è costanza in senso scientifico, ossia adesione alle conseguenze di un principio. In tal modo, in conseguenza del suo pensiero diritto ed onesto, Einstein una volta di più divenne l'oggetto di attacchi prima ancora di partire dall'Europa, e questa volta gli attacchi provenivano dagli ambienti « progressivi » e « radicali ».

In questo tempo Einstein era a contatto con molte centinaia — che ben presto divennero migliaia — di studiosi e scienziati, sia giovani che vecchi, espulsi dalle loro posizioni in seguito all'epurazione in Germania. Gli scienziati inglesi cercavano di dare ai rifugiati qualche opportunità di continuare il loro lavoro in condizioni più favorevoli. Il grande fisico inglese Rutherford si mise alla testa di questo movimento ed organizzò il Consiglio Accademico di Assistenza a Londra. Al primo congresso, Einstein doveva essere presentato al pubblico come simbolo delle vittime, per acquistare aderenti alla causa col suo grande prestigio.

Si può ben capire come questo non fosse molto piacevole per Einstein. Egli non desiderava apparire in pubblico per alcun argomento che lo riguardasse personalmente; ciò non di meno, la serietà della situazione e l'importanza delle misure di soccorso lo indussero ad andare a Londra, e fare un discorso sull'argomento « Scienza e Libertà ». Al congresso egli sedeva vicino a Lord Rutherford, che presiedeva. Subito dopo le parole d'introduzione, Rutherford indicò con un gesto deciso il suo vicino e lo presentò con fierezza: « Signori e signore, il mio vecchio amico e collega prof. Einstein ». Einstein parlò con grande cautela. Cercò di spiegare la necessità delle misure di soccorso pur evitando ogni attacco politico. Le parole forti erano superflue, l'argomento parlava da sé. Einstein disse: « Non è mio compito giudicare la condotta di una nazione che per molti anni mi ha considerato come suo figlio, forse è inutile giudicare in un momento in cui solo l'azione conta ».

Poco dopo questo congresso, che ebbe luogo ai primi di ottobre del 1933, Einstein attendeva a Southampton una nave passeggeri di piccolo tonnellaggio proveniente da Anversa, che doveva condurlo a New York. Ma prima di descrivere la nuova vita di Einstein in America rimarremo ancora un po' in Europa, per vedere il modo straordinario con cui le astratte teorie di Einstein furono utilizzate da gruppi religiosi e politici per i loro scopi.

XI

LE TEORIE DI EINSTEIN COME ARMI E BERSAGLI POLITICI

1. - *Teorie scientifiche e ideologie politiche*

A un fisico od a un matematico che comprenda realmente o creda di comprendere le teorie di Einstein, può sembrare strano e frivolo che della gente, capace di comprendere questo argomento solo molto limitatamente, ne deduca che queste teorie siano il prodotto della bolscevizzazione dell'Europa, o forse uno stadio dello sviluppo dell'Europa dal liberalismo al fascismo; che siano un aiuto alla religione nella sua lotta contro il materialismo, o fomentino la miscredenza in tutto ciò che la religione insegna di tradizionale riguardo all'universo. I fisici professionisti non troveranno alcuna traccia di queste idee nelle teorie di Einstein. Essi pensano che la loro validità dipenda soltanto dalla correttezza di certi computi, e dal fatto che certi delicati esperimenti siano condotti con la necessaria cura. Per conseguenza essi devono ritenere che queste dispute sulle teorie di Einstein siano semplicemente il risultato di ignoranza e di pazzia.

Ma chiunque osservi il destino di teorie radicalmente nuove sull'universo, per esempio il destino del sistema copernicano, della teoria newtoniana, delle leggi dell'energia, troverà che queste teorie hanno sempre condotto

a discussioni che dal punto di vista del fisico e del matematico sembrano superflue e sciocche.

La transizione dalla scienza alla ideologia politica avviene mediante la filosofia. Le generalizzazioni della scienza sono espresse in linguaggio filosofico in cui compaiono termini come « idealismo », « materialismo », « forza », « energia », ed altri. Le stesse parole appaiono nelle dottrine filosofiche che insegnano agli uomini come agire nella vita privata e politica. In tal modo le generalizzazioni della scienza vengono trasformate gradualmente in principii morali ed in filosofia politica.

Su questo punto il visconte Samuel, uomo versato in scienza, in filosofia, ed in politica, e che inoltre aveva con Einstein relazioni di vario genere, disse: « Le nazioni sono mosse da una filosofia. Ogni paese risuona del passo degli eserciti, dietro gli eserciti sono i dittatori e i parlamentari, dietro ad essi sono i credi politici, comunismo, nazional-socialismo, fascismo, democrazia, e dietro i credi sono i filosofi, Marx, Hegel, Nietzsche, Sorel, Mill ed altri ». I sistemi filosofici amano far uso delle nuove teorie scientifiche per avere basi « esatte ». Ma l'aiuto che la filosofia ottiene in tal modo non porta che a risultati ambigui.

La stessa teoria scientifica può essere usata per sostenere differenti credi politici. Bertrand Russel descrive bene questa ambiguità: « Da parte di ogni filosofo vi è stata la tendenza, non rara per il caso di una teoria scientifica, di interpretare il lavoro di Einstein in accordo col proprio sistema metafisico, e di sostenere che questa teoria è un grande apporto di forza alle idee che il detto filosofo aveva già esposte ». L'ambiguità sorge dal fatto che non è il contenuto fisico di una teoria, che determina la propria interpretazione filosofica, spesso piuttosto è il linguaggio con cui è formulata la teoria e le sue immagini ed analogie. L'interpretazione della relatività normalmente

è collegata con due caratteristiche del linguaggio usato da Einstein e dai suoi seguaci. La prima caratteristica è l'abbandono delle analogie meccaniche. Non vi è menzione di alcun meccanismo nel senso con cui questa parola è usata nella vita quotidiana; per esempio non vi è alcun meccanismo per il raccorciamento di un corpo in rapido moto. E' usata invece una maniera logico-empirica di espressione: cioè viene dato un sistema di formule matematiche, e vengono descritte le operazioni, mediante le quali possono essere misurate empiricamente le grandezze che compaiono in queste formule. La seconda caratteristica è l'uso dell'espressione « relativo a un certo corpo ». L'uso di questo modo di esprimersi fa nascere il paragone col linguaggio del cosiddetto « relativismo », per esempio il *relativismo etico*, che asserisce che ogni azione umana può essere detta buona o cattiva soltanto « relativamente a un certo gruppo etnico e ad un certo periodo storico » e così via.

Abbandonando la analogia meccanica, la teoria di Einstein armonizzava in certo modo con tutte le correnti di pensiero che si opponevano alla concezione meccanicistica del mondo, ed alla filosofia materialistica ad essa connessa. La seconda caratteristica del suo modo di esprimersi lo portava vicino a quelli che erano chiamati scettici etici, e che erano spesso collegati con la filosofia materialistica.

In tal modo le teorie di Einstein potevano essere usate egualmente bene per propaganda pro e contro il materialismo. E poiché parole come « materialismo », « idealismo », « relativismo », sono frequentemente usate nelle ideologie politiche, possiamo facilmente comprendere come le teorie di Einstein fossero tanto spesso usate nella lotta dei partiti politici.

2. - *Interpretazione pro-fascista*

Gli ambienti fascisti hanno sempre asserito che la filosofia comunista è materialistica, mentre la loro è antimaterialistica o idealistica. Conseguentemente le teorie di Einstein potevano essere usate come armi per il fascismo, se venivano interpretate come argomenti contro il materialismo a favore dell'idealismo.

Sin dal 1927, cioè prima della conquista del potere da parte dei nazisti, Joseph Goebbels aveva mostrato come il linguaggio della filosofia idealistica tedesca poteva essere impiegato al servizio del proprio partito. Prima di tutto egli enunciava una interpretazione dell'espressione kantiana « cosa in sè » *(Ding an sich)*, concetto caratteristico dell'idealismo tedesco. Goebbels diceva: « Il popolo è una parte costitutiva dell'umanità. L'umanità non è una cosa in sè e neppure l'individuo è una cosa in sè. Il popolo è la cosa in sè... ».

« I materialisti — continuava Goebbels — considerano il popolo soltanto come uno strumento, e non vogliono concedere che esso sia una realtà oggettiva indipendente. Per essi il popolo è una cosa intermedia fra l'uomo e l'umanità, ed il genere umano è per essi l'ultima realtà. Perciò il materialista è necessariamente un democratico. L'idealista vede nella parola « umanità » soltanto un concetto. L'umanità è soltanto qualcosa di immaginato, non un fatto... ».

Sottolineando i suoi lati antimeccanicistici, era possibile usare la teoria della relatività di Einstein come arma nella lotta contro la democrazia materialistica. I fisici tedeschi, che desideravano insegnare le teorie di Einstein anche nella Germania nazional-socialista, fecero all'occasione uso di questa possibilità. Pascual Jordan, per esempio, nel suo libro *La Fisica nel ventesimo secolo,*

raccomanda la teoria della relatività di Einstein ai nazional-socialisti come arma nella lotta contro la filosofia materialistica. Jordan diceva che l'abolizione di questa filosofia è « fondamentale per lo sviluppo del nuovo mondo del ventesimo secolo, che è già cominciato, specialmente in Italia ed in Germania ». Il nuovo mondo era quello del fascismo e del nazional-socialismo.

Gli oppositori delle teorie di Einstein, che desideravano far uso del potere politico del partito nazional-socialista nella loro lotta contro Einstein, furono molto sconcertati dai tentativi di Jordan. Così, per esempio, Hugo Dingler, che si era opposto ad Einstein senza gran successo molto prima del nazional-socialismo, notò con indignazione riguardo al libro di Jordan: « Servirsi di questa distruttiva filosofia di Einstein per appoggiare il movimento nazionale in Germania ed in Italia è veramente un po' troppo ».

Con l'aggettivo « distruttivo », Dingler toccava direttamente l'altro lato del linguaggio della teoria della relatività e cioè l'uso dell'espressione « relativo ». Egli collegava le teorie di Einstein con la filosofia inglese dell'Illuminismo di David Hume, che, secondo la concezione popolare, è soltanto una variante del materialismo, e che il partito nazional-socialista si sentiva obbligato a combattere. Se la teoria della relatività fosse stata propugnata da qualcun altro e non da Einstein, forse essa non sarebbe stata unanimemente condannata dal partito nazional-socialista. Sarebbe molto probabilmente rimasta come oggetto di varie controversie in quegli ambienti, come molte altre filosofie. Ma gli antenati ebrei di Einstein e il suo atteggiamento politico come pacifista resero inevitabile la condanna della sua teoria.

3. - *Le teorie di Einstein attaccate come espressione di mentalità ebraica*

In generale gli scrittori nazional-socialisti stigmatizzavano due caratteristiche come tipiche del modo di pensare ebraico.

Da una parte si diceva che l'ebreo preferisce la speculazione pura alle osservazioni sperimentali sulla natura. Dall'altra si asseriva che l'ebreo non comprende i concetti puramente mentali, ma crede soltanto nelle verità che possono essere scoperte mediante l'esperienza sensoriale. Ovviamente, non è difficile trovare una di queste caratteristiche in qualsiasi fisica. Fra coloro che attaccavano Einstein appoggiandosi al fatto che le sue teorie erano puramente speculative, il più ardente era Philipp Lenard, che è già stato menzionato parecchie volte. Nel suo libro *Fisica tedesca* egli diceva: « La fisica ebraica può essere caratterizzata nel modo migliore e più esatto, citando l'opera di colui che probabilmente è il suo più eminente rappresentante, l'ebreo puro sangue Albert Einstein. La sua teoria della relatività doveva trasformare e dominare tutta la fisica; ma una volta messa di fronte alla realtà, non poté più reggersi in piedi. In contrasto con l'irrefrenabile e sollecito desiderio di verità dello scienziato ariano, l'ebreo manca, sino ad un punto addirittura strabiliante, di qualsiasi comprensione del vero, cioè di qualsiasi cosa che sia più di un apparente accordo con una realtà, che esista indipendentemente dal pensiero umano ».

In una conferenza tenuta a Monaco nel 1937 davanti all'Associazione provinciale degli insegnanti e degli studenti *(Gaudozentenbund und Gaustudentenbund)*, l'origine e lo sviluppo di questo modo ebraico di vedere la

natura furono messi in relazione alle condizioni politiche successive alla prima Guerra Mondiale. Fu detto:

« L'intero sviluppo della scienza naturale è uno sforzo comune degli scienziati ariani, fra cui i Tedeschi sono i più numerosi. Il periodo di Heinrich Hertz coincide col graduale sviluppo di una scienza naturale ebraica, che prese vantaggio dall'oscura situazione della fisica dell'etere e che si diramò dal corso dello sviluppo della fisica ariana. Occupando sistematicamente posizioni accademiche con Ebrei ed assumendo un atteggiamento sempre più dittatoriale, questa fisica ebraica tentò di privare la fisica ariana delle sue basi, di dogmatizzare e di opprimere ogni pensiero che si riferisse alla natura, e in ultimo ha sostituito queste basi con una struttura immaginaria ed ingannevole, nota come teoria della relatività, sulla quale ha nello stesso tempo iscritto il tipico tabù ebraico: cioè *da non toccare*. Questo sviluppo coincise temporaneamente e per caso con la vittoria dell'ebraismo in altri campi durante il periodo post-bellico ».

Nel 1938 lo *Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft* fu fondato con lo scopo specifico di divulgare la concezione nazional-socialista della scienza. In un articolo, « Dipendenza razziale della matematica e della fisica », leggiamo quanto segue:

« L'influenza degli Ebrei nello sviluppo della scienza naturale è dovuta soprattutto ad una differenza nel loro atteggiamento verso la relazione fondamentale fra l'esperienza e la teoria, in favore della seconda. Le teorie furono costruite senza riguardo alle forme del pensiero e della percezione umana, e senza alcuna rigorosa metodologia di ragionamento... La teoria della relatività di Einstein ci offre il più chiaro esempio di un tipo di teoria dogmatica ebraica. Essa è basata su di un dogma: il principio della costanza della luce. Nel vuoto si suppone che

la luce abbia velocità costante, indipendentemente dallo stato di moto delle sorgenti di luce e dell'osservatore. Si asserisce falsamente che questo sia un dato dell'esperienza ».

In realtà il principio einsteniano della costanza della velocità della luce è un dato dell'esperienza e un dogma, tanto quanto qualsiasi altra ipotesi fondamentale di una teoria fisica. E' soltanto a causa di una erronea e deficiente presentazione della teoria di Einstein, che molte persone credono che la relazione fra la teoria e l'esperienza sia in questo caso differente da quella delle altre teorie più antiche.

Questa ipotetica preferenza degli Ebrei per le asserzioni teoriche era messa a contrasto con lo sforzo degli ariani tedeschi verso l'azione concreta. Lo stesso contrasto poteva osservarsi in politica: l'eterna ponderazione ed indecisione degli Stati democratici, e la ferma azione della Germania nazional-socialista. Ma dalla maggior parte dei propugnatori della filosofia nazista le teorie di Einstein erano presentate come materialistiche e perciò riferite al marxismo. Nel 1936 fu fatta una conferenza al Gruppo professionisti delle scienze naturali dell'Associazione degli studenti nazional-socialisti in cui fu detto:

« Le teorie di Einstein potevano essere accolte con tanta gioia soltanto da una generazione che era già stata allevata ed istruita secondo un modo di pensiero materialistico. Per la stessa ragione non avrebbero potuto fiorire se non sul terreno del marxismo, di cui sono l'espressione scientifica, proprio come avviene per il cubismo nelle arti plastiche, e per la povertà melodica e ritmica della musica negli ultimi anni ».

L'oratore riassumeva le sue idee nell'asserzione: « La formulazione della teoria generale della relatività come un principio della natura non può essere altro che l'espres-

sione di un atteggiamento spirituale e mentale fondamentalmente materialistico ».

Possono certamente dedursi dei paragoni fra le espressioni di un periodo nei diversi campi. Ma che le teorie di Einstein si siano sviluppate sulla base del marxismo, certamente non risultò evidente ai marxisti, come presto vedremo.

Lo stesso oratore pù tardi, nel 1937, commentava le sue osservazioni dicendo:

« Sotto l'influenza della filosofia dell'Illuminismo il secolo decimonono fu un periodo eccessivamente attaccato alla superficie delle cose e sopravvalutò i dati materiali oltre misura. Perciò la maggior parte degli scienziati fu incapace di afferrare e sviluppare il concetto dell'etere, che proprio per la sua natura obbedisce a leggi diverse da quelle della materia. Soltanto pochi, e fra essi Philipp Lenard, ebbero la vastità di mente e di spirito necessaria per un simile passo. Gli altri caddero nelle mani dell'ebreo, che istintivamente si impossessò della situazione ».

Per poter giudicare questi argomenti, bisogna ricordare che l' etere fu introdotto in fisica soltanto per spiegare i fenomeni mediante l'analogia con la meccanica. Einstein fu il primo a riconoscere l'impossibilità di una spiegazione meccanica dei fenomeni ottici, e perciò si liberò dall'etere. Questa fu l'azione coerente di un uomo che riconobbe l'insostenibilità della concezione meccanicistica della natura. I sostenitori scientifici del partito nazional-socialista non vollero compiere questo passo. Essi non vollero rinunciare alla concezione meccanicistica della fisica, dato che questa si adattava in certo modo alla loro semplice filosofia di avvicinamento alla natura. Ma poiché allo stesso tempo essi si opponevano al materialismo, la loro posizione divenne piuttosto difficile. Essi introdussero un etere che non era materiale, e perciò non

aveva nessuna delle proprietà per le quali era stato introdotto. Più tardi anche Lenard propose questa soluzione di compromesso. Dal momento della conquista del potere da parte dei nazisti, egli attaccò Einstein da un nuovo punto di vista. Prima si era opposto ad Einstein perché questi aveva rinunciato alle spiegazioni meccanicistiche in fisica; ora lo accusava di materialismo e di non riconoscere un etere immateriale. Einstein però non introdusse alcuna base meccanica per i fenomeni ottici e si allontanò dal materialismo meccanicistico molto più di Lenard.

Un'altra ragione dell'opposizione ad Einstein derivò dal fatto che la parola « forza » era un termine usato con particolare favore dai nazional-socialisti. Essi consideravano una grande sfortuna che questa parola dovesse sparire dalla fisica. La lotta per questa parola rivela chiaramente il modo con cui fisica e politica sono collegate. L'austriaco Ernst Mach ed il tedesco Gustav Kirchhoff furono i primi tra i fisici a costruire un sistema di meccanica in cui la parola « forza » non comparisse nelle leggi del moto. Questa parola fu introdotta come un concetto ausiliario per abbreviare il modo di esprimersi Poiché i nazional-socialisti stigmatizzavano come ebraico tutto ciò che a loro non andava considerarono l'eliminazione della parola « forza » come opera degli Ebrei, mentre, come vedemmo, senza alcun dubbio essa fu compiuta per la prima volta da fisici tedeschi. Nella sua *Meccanica,* Heinrich Hertz, lo scopritore delle onde elettriche, seguì Kirchhoff nel cercare un nuovo modo per eliminare la parola « forza » dalle leggi fondamentali del moto. I nazional-socialisti attribuirono questo tentativo al sangue ebreo di Hertz. Uno di essi scrisse: « Se noi ci ricordiamo che anche il fisico ebreo Einstein ha tentato di togliere il concetto di forza dalla fisica, dobbiamo chiederci a questo punto se non risulti evidente una intima e determinante relazione razziale ». Nella teoria della gra-

vitazione di Einstein il concetto di forza non appare come concetto fondamentale. I corpi si muovono secondo itinerari che sono rappresentati dalle curve « più corte » possibili.

L'eliminazione della forza come concetto fondamentale è considerata come caratteristica del modo di pensare ebraico. In un articolo della *Zeitschrift die gesamte Naturwissenschaft* leggiamo:

« Il concetto di forza, che fu introdotto dagli scienziati ariani per la interpretazione causale del cambiamento di velocità, sorge ovviamente dall'esperienza personale del lavoro umano di creazione manuale, che è sempre stato ed è il contenuto essenziale della vita dell'uomo ariano. Il quadro del mondo, che in tal modo ne nasce, possiede in ogni particolare la qualità di chiarezza visuale, da cui sorge la lieta impressione che esso produce sulle menti. Tutto ciò cambiò completamente quando l'ebreo prese in mano le redini della scienza naturale. L'ebreo non sarebbe se stesso, se il lato caratteristico del suo atteggiamento, nella scienza come in ogni cosa, non fosse quello di disintegrare e distruggere la costruzione ariana ».

L'autore associa la « fisica ebraica » con il bersaglio favorito dei nazisti, il Talmud. « Il pensiero che trova la sua espressione nella teoria di Einstein è noto, quando sia applicato alle cose ordinarie, come « pensiero talmudico ». Il compito del Talmud è di adempiere i precetti della « Torà », la legge biblica, aggirandoli. Ciò è compiuto mediante adatte definizioni dei concetti che ricorrono nella legge e mediante un metodo puramente formalistico di interpretazione e di applicazione. Consideriamo ad esempio l' ebreo talmudico che pone un recipiente di cibo sotto il suo sedile nel vagone ferroviario, trasformandolo così formalmente nella sua residenza, ed obbedendo così formalmente alla legge che vieta, il sabato, di scostarsi più di un miglio dalla propria residenza. E' questo

adempimento formale che è importante per gli ebrei. Questo pensiero talmudico formalistico si manifesta egualmente nella fisica ebraica.

« Entro la teoria della relatività, il principio della costanza della velocità della luce ed il principio della relatività generale dei fenomeni naturali rappresentano la « Torà » che deve essere osservata in qualsiasi circostanza. Per questo adempimento è necessario un vasto apparato matematico. E come nell'esempio sopra citato, i concetti di « residenza » e di « viaggio » furono svuotati della loro essenza, e fu data loro una definizione più conveniente, così nella teoria ebraica della relatività i concetti di spazio e tempo sono privati del loro spirito e definiti in un modo conveniente, puramente intellettuale ».

La caratterizzazione delle definizioni einsteiniane di « lunghezza » e « durata temporale » e così via, come « prive di vita », in contrasto alle definizioni tradizionali della fisica, ha soltanto la seguente giustificazione. Ad ogni stadio dello sviluppo scientifico vengono introdotti concetti mediante definizioni, che corrispondono a quel particolare stadio; cioè essi sono i più pratici possibili per la presentazione delle conoscenze di cui si dispone. Quando questo stadio è durato per un certo tempo, le parole che sono usate in scienza diventano gradualmente parole della vita quotidiana; esse acquistano un sapore emotivo e diventano piene di vita. Ogni introduzione di nuove definizioni ci sembra che crei concetti « senza vita ».

Una volta incontrai in treno un diplomatico giapponese che tornava dal festival wagneriano di Bayreuth. Gli chiesi se gli piacesse la musica wagneriana, egli rispose: « Tecnicamente è molto sviluppata ed ingegnosa. Ma a paragone della musica giapponese manca di anima ». Per chi è cresciuto col suono della musica giapponese nelle orecchie, la musica wagneriana appare « senza

vita » e « intellettualistica », come le definizioni della teoria einsteniana appaiono a chi è stato abituato tutta la vita alla meccanica newtoniana.

4. - *Atteggiamento della filosofia sovietica verso Einstein*

Il governo sovietico pubblica la *Grande enciclopedia sovietica* che contiene tutto lo scibile del nostro tempo dal punto di vista delle dottrine sovietiche. La voce « Einstein » inizia con le parole: « Einstein è il più grande fisico del nostro tempo ». Egli è considerato dai filosofi sovietici come un grande fisico, che non poté trarre la giusta conclusione filosofica della sua teoria, in conseguenza delle circostanze economiche nelle quali visse. Considerando il punto di vista filosofico di Einstein, l'enciclopedia dice: « La posizione filosofica di Einstein non è coerente. Elementi materialistici e dialettici sono frammisti con i postulati machiani che predominano in quasi tutte le asserzioni di Einstein ».

Per comprendere questi commenti occorre ricordare che il *materialismo dialettico* è stato la filosofia ufficiale della Russia sovietica e che il *machismo,* l'insegnamento di Ernst Mach, è stato il principale bersaglio dei suoi attacchi.

Consultando la voce « etere » nella stessa enciclopedia, leggiamo: « In fisica troviamo spesso un contrasto completamente erroneo fra etere e materia. Poiché i fisici considerano la gravità e l'inerzia come gli unici criteri della materialità, essi sono portati a negare la materialità dell'etere. Anche qui abbiamo la stessa confusione del concetto fisico e filosofico di materia, che fu analizzata da Lenin nella sua considerazione delle crisi della scienza naturale al principio del XX secolo... L'etere è una specie di materia e ha la stessa realtà oggettiva come altre specie... L'antitesi fra etere e materia è senza

senso, e porta a conclusioni agnostiche e idealistiche... La teoria della relatività ha dovuto ricorrere ad una descrizione matematica: essa trascura di rispondere alle questioni riguardanti la natura oggettiva dei fenomeni fisici, e, intorno alla questione dell'etere, assume il punto di vista di Mach ».

Studiando gli eventi in Russia dopo la conquista del potere da parte di Lenin, possiamo vedere che non fu fatto alcun tentativo di esercitare influenze politiche sulle teorie fisiche: e quando individui isolati tentarono di farlo, ciò non fu approvato dalle autorità. Però l'interpretazione filosofica delle teorie fu argomento politico; l'intervento del partito e dei suoi organi, come ad esempio l'Accademia comunista di Scienza a Mosca, fu considerato una cosa naturale. Certamente il limite fra una teoria fisica e la sua interpretazione filosofica non può essere tracciato con esattezza: in molte occasioni si sono verificati degli sconfinamenti. Lenin una volta aveva detto: « Non ci si può fidare di alcun professore fra coloro che danno i più validi contributi negli speciali domini della chimica, storia o fisica, né dar valore ad una sola loro parola, quando si entra nel campo della filosofia ». La concezione ufficiale delle relazioni reciproche tra fisica, filosofia e politica, fu esposta molto chiaramente in un discorso tenuto da A. F. Joffe, il primo fisico dell'Unione Sovietica, nel 1934 in una seduta commemorativa dell'Istituto Filosofico del partito comunista. Questa seduta fu tenuta per commemorare il venticinquesimo anniversario della pubblicazione della principale opera filosofica di Lenin, *Materialismo e criticismo empirico,* contenente le opinioni di Lenin sulle interpretazioni errate della fisica moderna, ed i suoi attacchi contro il « machismo ». In questo discorso Joffe disse:

« Quando fisici come Bohr, Schrödinger ed Heisenberg esprimono le loro opinioni in opere divulgative

sulle generalizzazioni filosofiche del loro lavoro di fisici, la loro filosofia è spesso un prodotto delle condizioni sociali in cui vivono, e della funzione sociale che essi adempiono, sia coscientemente che inconsciamente. La teoria di Heinsenberg è una teoria materialistica; cioè l'approssimazione più vicina possibile alla realtà nel nostro tempo. Anche Lenin non criticò le ricerche scientifiche di Mach, ma soltanto la sua filosofia ».

I filosofi della Chiesa romana fecero a suo tempo una chiara distinzione fra le teorie astronomiche di Copernico e l'interpretazione filosofica di queste teorie fatta da Galileo.

Nel 1938 A. Maximov, uno dei più noti scrittori sovietici di filosofia della fisica, in un articolo sul significato del suddetto libro di Lenin, disse: « Nessuna teoria ha prodotto una tale quantità di fantasie idealistiche, come la teoria della relatività di Einstein. Mistici, clericali, idealisti di ogni specie, fra cui anche un gran numero di scienziati seri, si accaparrarono le conseguenze filosofiche della teoria della relatività.

« Gli idealisti indirizzarono tutti i loro sforzi alla confutazione del materialismo. Essa aveva in certo modo provato la relatività filosofica del tempo e dello spazio. Poi venne la teoria generale della relatività assieme alla teoria della curvatura e della limitazione dello spazio ».

Con la frase « confutazione del materialismo » s'intende qui la prova che occorre staccarsi dalla meccanica newtoniana e dalla teoria dell'etere e della luce. Maximov poi si rivolge esplicitamente alle cause politiche delle tendenze idealistiche manifestate dagli scienziati. Egli dice: « Nei nostri tempi la borghesia in molti paesi ha abbandonato le forme velate della dittatura capitalistica per la dittatura palese della scure e del randello. Come risultato della persecuzione della *Weltanschaung* scientifica nei paesi capitalisti, collegata con questo mutamento,

molti scienziati sono passati alla reazione. Questo cambiamento di fede si manifesta tra gli scienziati con l'apparire di dichiarazioni idealistiche e metafisiche. Durante gli ultimi dieci o quindici anni, una tendenza retrograda si è manifestata in tutti i campi della scienza naturale nei paesi capitalistici. Le opposizioni al darwinismo e alle teorie di Kant-Laplace in fisica, e gli attacchi contro la legge della conservazione e della trasformazione dell'energia divennero di moda ».

E' certamente vero che le interpretazioni idealistiche della teoria della relatività furono spesso usate per gonfiare la filosofia fascista. Subito dopo che la teoria generale della relatività acquistò fama mondiale, nel 1928 questo stesso Maximov la descrisse come una pianta germogliata su un terreno di tendenze mistiche nel periodo post-bellico. Dopo aver descritto gli anni del dopoguerra in Germania, egli diceva:

« Questa atmosfera idealistica ha avvolto la teoria della relatività e l'avvolge tuttora. E' quindi naturale che l'annuncio della teoria generale della relatività da parte di Einstein fosse accolto con gran gioia dagli intellettuali borghesi. L'incapacità degli studiosi di sottrarsi a questa influenza entro i limiti della società borghese portò alla conseguenza che il principio della relatività venne messo esclusivamente al servizio di sentimenti religiosi e metafisici.

Quale dovrebbe essere il nostro atteggiamento verso la teoria della relatività? Dobbiamo accettare tutto il materiale empirico, come pure le conclusioni e le generalizzazioni che logicamente ne seguono... Ma in luogo della interpretazione idealistica della teoria della relatività favorita dalla società borghese, dovremmo sviluppare una interpretazione dialettica della teoria. Ci occorrono scienziati giovani e capaci, completamente imbevuti delle ideologie proletarie ».

Per bene comprendere l'atteggiamento sovietico verso la teoria della relatività, dobbiamo distinguere due periodi. Durante i primi anni del regime sovietico prevalse fra i filosofi ufficialmente riconosciuti l'opinione che la teoria della relatività fosse in contradizione col materialismo, poiché non considerava i fenomeni ottici come fenomeni di moto che avvengono in un corpo materiale. Questo punto di vista era sostenuto dal fisico moscovita A. K. Timyryasev, che giudicava tutti i fisici sulla base del loro accordo o disaccordo con la scienza meccanicistica di Newton.

Ricordiamo che Lenard, il primo fisico nazista della Germania, ha pure respinto la teoria di Einstein perché non poteva presentare un modello meccanico dei fenomeni ottici. Poco dopo la pubblicazione, nel 1922, il libro di Lenard fu tradotto in russo con un' introduzione di Timyryasev. Nello stesso anno Maximov scrisse una recensione del libro di Lenard per la più importante rivista filosofica dell'Unione Sovietica, *Sotto la bandiera del marxismo,* nella quale diceva:

« Mentre Einstein l'idealista attribuisce un valore assoluto alle creazioni della mente e pone sullo stesso piano il mondo dei fenomeni e quello delle esperienze, Lenard assume un atteggiamento diametralmente opposto. Dal punto di vista del senso comune, più incline ad attenersi all'esperienza del mondo materiale che non alle necessità filosofiche, Lenard preferisce conservare una descrizione meccanica del mondo. Partendo da un punto di vista puramente materialistico, Lenard riconosce chiaramente la contradizione a cui si è portati dalla teoria della relatività ».

D'altra parte abbiamo visto che gli esponenti della filosofia nazista asserirono spesso che la teoria di Einstein poteva svilupparsi soltanto sul terreno del materialismo, e che era apparsa insieme al marxismo, mentre

gli interpreti riconosciuti del marxismo non erano palesemente della stessa opinione. Abbiamo anche visto che la descrizione di una teoria fisica come « materialistica » o « idealistica » dipende soltanto dalla sua interpretazione filosofica.

Gli attacchi dei primi filosofi sovietici contro Mach ed Einstein coincidevano in molti punti con quelli degli scrittori nazional-socialisti. Basta considerare le critiche secondo le quali le teorie di Einstein « descrivono » soltanto la natura ma non la « spiegano », escludono tutto ciò che non può essere oggetto di esperienza sensoriale, portano allo scetticismo generale, alla distruzione di ogni conoscenza oggettiva della natura, e così via.

Più tardi la confusione del materialismo con la « fisica meccanicistica » è stata dichiarata dall'Istituto sovietico di Filosofia come una dottrina reazionaria, incompatibile con la scienza moderna. Dicendo « materialismo » non si dovrebbe intendere che tutti i fenomeni naturali possono essere ridotti ai moti che seguono le leggi di Newton. Il « materalismo meccanicistico » come dato di fatto fu denunciato a suo tempo da Marx e Engels, ma ebbe una rinascita quando alcuni fisici lo usarono come arma contro le teorie di Einstein. Così fecero i fisici nazisti, come Lenard in Germania.

Secondo il *materialismo dialettico* nel senso di Marx, Engels e Lenin, « materialismo » significa che la scienza ha a che fare soltanto con fatti oggettivi indipendenti dalla coscienza umana. Ma non occorre che questi fatti siano soltanto i moti di particelle materiali.

Nel secondo periodo della filosofia sovietica, dopo l'abbandono del « materialismo meccanicistico », un illustre fisico russo, Vavilov, dimostrò che la teoria della relatività è in accordo col materialismo se tale parola viene interpretata nel senso di Marx, Engels e Lenin. In un articolo apparso nel 1939, Vavilov disse chiaramente:

« Lo spazio oggettivo reale, destituito di qualità materiali, il moto separato dalla materia, sono fantasmi metafisici che prima o poi dovranno essere espulsi dal quadro fisico del mondo... La funzione storica di Einstein si limita alla critica delle vecchie concezioni metafisiche dello spazio e del tempo... Nella teoria di Einstein lo spazio-tempo è una proprietà inseparabile della materia stessa. Questa è l'idea base della teoria generale della relatività di Einstein. La concezione idealistica dello spazio-tempo come una categoria di pensiero viene abolita... Si delinea davanti a noi, sebbene ancora vagamente, la comprensione dialettico-materialistica dello spazio e del tempo. Ancora una volta il materialismo dialettico ha trionfato ».

Recentemente il pericolo di una « filosofia pura » separata dalla scienza è stato sempre più riconosciuto dall'Unione Sovietica: occorre sempre più una stretta cooperazione tra scienziati e filosofi, come unica base possibile del pensiero progressivo.

Le discussioni tra fisici e filosofi hanno eliminato le incomprensioni più nocive. Nel 1942, dopo « venticinque anni di filosofia nell'URSS », il primo filosofo sovietico, l'accademico M. Mitin, tenne un discorso all'Accademia russa di Scienza, nel 25° anniversario dell'Unione Sovietica: egli celebrò, importante conquista dei 25 anni di filosofia, il fatto che ogni attacco contro Einstein fosse cessato, e che si fosse stabilita la compatibilità delle sue teorie con un sano materialismo.

« Come risultato del grande lavoro dei nostri filosofi e fisici, — disse Mitin — come risultato di molte discussioni appassionate, si può ora dire che le nostre conclusioni filosofiche riguardanti questa teoria sono definitivamente stabilite. La teoria della relatività non nega che il tempo e lo spazio, la materia ed il movimento abbiano una esistenza oggettiva assoluta, indipendentemente dalla

coscienza umana... La teoria della relatività stabilisce soltanto la relatività dei risultati delle misure del tempo e dello spazio, eseguite da osservatori che si muovono relativamente gli uni agli altri ».

Mitin procede poi a caratterizzare la teoria di Einstein quasi con le stesse parole usate da Einstein nel riassumere la sua teoria in una frase ai giornalisti al suo primo arrivo al porto di New York.

Mitin dice: « Spazio e tempo sono inseparabili dal corpo in moto e devono essere considerati come relativi a questo movimento. Sotto questo riguardo spazio e tempo sono relativi... In luogo del vecchio concetto metafisico del puro spazio e tempo aventi soltanto qualità geometriche, otteniamo una nuova teoria di spazio e tempo, inseparabilmente legati ai corpi e al movimento ».

5. - *Le teorie di Einstein come argomenti in favore della religione*

Abbiamo visto che le teorie di Einstein furono associate ad espressioni come « materialismo » ed « idealismo » in maniera assai ambigua, e in tal modo furono usate a sostegno di idee politiche. Non è sorprendente perciò che esse siano state usate in modo simile nella lotta per le idee religiose.

Bisogna ricordare come (cap. XIII, par. 6) l'Arcivescovo di Canterbury si trovò in gravi difficoltà per studiare la teoria della relatività e come si sentì tranquillizzato dall'assicurazione di Einstein che questa teoria non aveva nulla a che fare colla religione. Ciò non di meno un uomo come Sir Arthur Eddington, che non solo era un insigne astronomo e profondo conoscitore della teoria della relatività, ma che si era anche conquistato grande fama nel campo della filosofia della scienza, non si trovò in tutto d'accordo con l'idea di Einstein. Nel suo

libro *La filosofia della scienza fisica*, pubblicato nel 1939, egli disse che la risposta di Einstein all'Arcivescovo non era molto conclusiva. Perciò descriverò qualche tentativo che fu fatto per stabilire un rapporto fra le teorie di Einstein e la religione. Ancora una volta si procedette attraverso la filosofia e anche in questo caso il punto di partenza fu la domanda: « La teoria di Einstein è idealistica o materialistica? ». Parecchi anni fa, in un discorso agli studenti cattolici, il Cardinale O'Connel, arcivescovo di Boston, disse: « Ricordando il grandissimo interesse che destò la teoria darwiniana della evoluzione ai tempi della mia infanzia, e il furore creato meno di dieci anni fa dalla teoria della relatività di Einstein, io vi dico che tali teorie passano di moda perché materialistiche e perciò incapaci a resistere alla prova del tempo ».

Ciò nondimeno i filosofi e i cattolici stessi non sapevano decidere se le teorie di Einstein fossero in realtà materialistiche. Il filosofo irlandese A. O'Rahilly, che è anche molto versato in fisica teorica, non è in accordo con le teorie di Einstein, perché esse sono basate su di un « idealismo soggettivo ».

La filosofia tomistica, attualmente considerata come base scientifica della teologia cattolica, respinge sia l'idealismo come il materialismo. Di conseguenza, per ogni cattolico che si basi sulla scolastica, entrambe le interpretazioni filosofiche della teoria di Einstein sono un'arma che può essere rivolta contro Einstein stesso. Se però non si tiene conto delle basi scolastiche della religione, e si segue soltanto la propria sensibilità, allora una persona religiosa considererà qualsiasi teoria che possa essere interpretata a favore dell'idealismo, come sostegno della propria fede. In occasione della visita di Einstein a Londra, il conservatore *Times* asserì trionfalmente: « La

scienza sperimentale è ritornata al più puro idealismo soggettivo ».

Quello che il giornalista esponeva brevemente e concisamente per il pubblico fu presto dimostrato dottamente dal filosofo inglese Wildon Carr in un libro per filosofi e teologi. In esso egli diceva: « La adozione del principio di relatività significa che il fattore soggettivo, inseparabile dal concetto di conoscenza, deve proprio entrare nella scienza fisica...; Finora il problema scientifico è stato quello di trovare un posto per la mente nel sistema oggettivo della natura, e il problema filosofico era di convalidare l'ostinata oggettività della natura... Ora che la relatività è considerata seriamente, non separiamo più l'osservatore da ciò che osserva, la mente dall'oggetto, per poi discutere sulla supremazia dell'uno sull'altro ».

Per conseguenza, ciò che la teoria della relatività è riuscita a fare per la religione, è di aver trovato nella natura un posto per la mente; la quale natura, durante il periodo della fisica meccanicistica, era stata considerata puramente « materiale e senza intelligenza ».

Se il lettore ricorda le teorie fisiche di Einstein, comprenderà facilmente come questa interpretazione si riferisca più alla lettera che non allo spirito di tali teorie. Ciò è ancor più evidente nel caso di autori che usano la rappresentazione quadridimensionale della relatività come argomento a sostegno della religione tradizionale. Come esempio tipico vorrei citare un articolo del direttore della sezione di teologia di un collegio inglese all'estero, che apparve nel *Hibbert Journal* nel 1939. Egli disse: « Se l' idea del tempo come quarta dimensione è valida, la differenza fra questa vita mortale e l' altra vita non è una differenza nel tempo né nella qualità della vita. E' soltanto una differenza nella nostra capacità di comprenderla nel suo successo. Sinché siamo li-

mitati alla comprensione tridimensionale, ci troviamo nella vita mortale quando la comprendiamo in quattro dimensioni, diventa vita eterna ». Evidentemente questa è un'interpretazione delle parole usate nella teoria della relatività, e ha ben poco a che vedere con il suo contenuto reale. L'atteggiamento di Einstein verso la religione non è mai stato determinato dalle sue particolari teorie fisiche, ma piuttosto dalla sua opinione generale riguardo al valore della scienza e della fede nella vita umana. I numerosi tentativi di usare la teoria della relatività come trampolino per divagazioni nel campo della teologia, non furono mai incoraggiati da Einstein.

XII

EINSTEIN NEGLI STATI UNITI

1. - *L'Istituto di studi superiori*

Poiché l'epurazione politica e razziale continuava nelle Università tedesche divenne ben presto evidente in tutto il mondo che uomini capaci e spesso famosi avrebbero cercato di sistemarsi fuori della Germania. Fu così che molti istituti stranieri poterono procurarsi con facilità la collaborazione di illustri studiosi. Uno dei maggiori scienziati tedeschi, al quale feci visita nel suo laboratorio nel 1933, mi mostrò una lunga lista di nomi disponibili e disse quasi scherzando: « Ciò che ora stiamo facendo in Germania altro non è che organizzare una svendita di ottima merce a prezzi ridotti. Certamente vi saranno delle persone accorte che coglieranno questa occasione per comprarci qualcosa». Gli studiosi epurati in Germania si potevano in tal modo paragonare a merce che doveva essere venduta a prezzi ridotti. Persino un lievissimo difetto nell'albero genealogico della moglie dello scienziato rendeva necessaria la vendita. Di queste « occasioni » che allora si presentavano sul mercato, Einstein apparve come la più sensazionale. Era come se un grande museo improvvisamente offrisse in vendita le pitture più pregiate di Rembrandt a basso prezzo, semplicemente perché

il nuovo direttore del museo non aveva simpatia per quadri di un certo stile. Einstein naturalmente non ebbe alcuna difficoltà nel trovare una nuova posizione. Molte Università gli offrirono degli incarichi. Le Università di Madrid e di Gerusalemme, fra le altre, lo invitarono, e uno degli istituti più antichi e stimati d'Europa, la famosa Sorbona di Parigi, nominò Einstein suo professore: egli però in realtà non occupò mai questo posto.

Einstein volle lasciare l'Europa poiché non prevedeva alcun cambiamento in meglio per l'immediato avvenire. Anche i suoi amici lo misero in guardia dal sistemarsi in qualsiasi paese vicino alla Germania. Data l'idea fantastica dell'influenza e dell'attività politica di Einstein, sostenuta dal partito al Governo, il pericolo che qualche fanatico potesse ordinare la *liquidazione* di Einstein era sempre presente. Einstein non ebbe difficoltà nel decidersi, dato che gli era già stata offerta, ed egli aveva già accettato, una posizione ideale negli U.S.A. L'offerta era stata fatta nell'estate 1932, ed egli l'aveva accettata allora come un segno dal cielo affinché si preparasse ad emigrare dall' Europa. Nel 1930 Louis Bamberger e la signora Felix Fuld, su consiglio di Abraham Flexner, che tanto aveva fatto per la riforma dell'educazione americana, fecero una donazione di 5 milioni di dollari perché venisse fondato un istituto completamente nuovo per ricerche e insegnamento. Essi chiesero al dottor Flexner in qual modo potessero, a suo avviso, impiegare utilmente il loro denaro. Egli rispose che vi erano già negli Stati Uniti molte Università in cui gli studenti potevano preparare la laurea, ma che avvertiva la mancanza di un altro genere di istituto. Egli vedeva la grande necessità che i promettenti giovani studiosi, già laureati, avessero la possibilità di continuare il loro addestramento e le loro ricerche in un quotidiano e libero

scambio d'idee con i maggiori esponenti del loro campo. Flexner si rendeva conto che questo libero rapporto fra studiosi e studenti d'eccezione era stata la più grande conquista delle Università tedesche nella loro epoca d'oro. A suo avviso le Università americane non erano ancora adeguatamente organizzate a questo scopo, dato che i corsi servivano soltanto a preparare gli studenti alla laurea, e i professori erano troppo carichi di lavoro per conservare qualsiasi rapporto con gli studenti laureati. Questo istituto, che fu chiamato *Institute for Advanced Study*, e alla cui direzione fu chiamato il dottor Flexner, doveva essere un istituto in cui un piccolo gruppo permanente di professori avrebbe servito da nucleo per un gruppo maggiore e permutabile di studiosi maturi, sebbene generalmente più giovani. La scelta del personale insegnante e l'ammissione degli studiosi dovevano essere basate unicamente sulle loro capacità, e non sarebbe stata tenuta alcuna considerazione di natura politica o sociale, come avviene di solito per gli incarichi in istituti collegiali. I fondatori dell'istituto resero ciò ben chiaro in una lettera agli amministratori:

«E' nostra speranza che il personale dell'istituto sia costituito esclusivamente di uomini e donne del più alto valore nei loro rispettivi campi di studio, attirati all'istituto da un suo invito in cui vedano l'opportunità di svolgere studi superiori e la speranza di procurarsi un ritiro dalle distrazioni esterne.

« E' nostro proposito fondamentale e nostro espresso desiderio che nell'assegnazione degli incarichi, come pure nell'ammissione degli studenti, non sia tenuto alcun conto, direttamente o indirettamente, della razza, religione o sesso. Sentiamo fermamente che lo spirito caratteristico dell'America nella sua espressione più nobile, il conseguimento cioè di una più alta cultura, non può ammettere

alcuna condizione riguardo al personale, se non quelle che favoriscono gli scopi per cui questo istituto è stato fondato: particolarmente non si deve tener conto di tutto ciò che riguarda la razza, la religione, il sesso ». Si cercò anche di liberare le facoltà di questo Istituto, per quanto possibile, da ogni incombenza amministrativa e pedagogica, in modo che i professori si potessero concentrare esclusivamente nel lavoro accademico. Nella lettera i fondatori dicevano anche: « E' nostro desiderio che coloro che appartengono alle facoltà dell'Istituto godano delle condizioni più favorevoli per continuare le ricerche nei loro particolari campi e che la più grande libertà di azione sia fornita a dette facoltà per lo scopo suddetto ».

Nel suo discorso al congresso organizzativo, Flexner sottolineò particolarmente che i membri dell'Istituto dovessero godere di condizioni di vita migliori che nella maggior parte delle altre Università; egli disse:

« I sacrifici richiesti ad un professore americano ed alla sua famiglia sono oltremodo nocivi. Queste condizioni non sono favorevoli ad un prolungato lavoro di pensiero. Gli scarsi stipendi scoraggiano gli uomini di maggior valore ed energia, ed obbligano gli insegnanti universitari ad arrotondare gli scarsi stipendi scrivendo inutili libri di testo od occupandosi di altre forme di lavori occasionali... E' perciò di grande importanza stabilire un nuovo sistema ».

Divenne quindi un sistema dell'Istituto avere delle facoltà costituite da pochi professori d'eccezione molto ben pagati. Da principio non si decise quali materie sarebbero state trattate nell'Istituto, ma, dovendosi realizzare i principii stabiliti dai fondatori e dal dott. Flexner, si rese necessario, dati gli scarsi mezzi disponibili, di limitare le attività, almeno agli inizi, ad un certo campo particolare. Dopo molte riflessioni e consultazioni, Flexner decise di dedicare l'Istituto in un primo tempo alle

scienze matematiche. Fu fatta questa scelta per tre ragioni. Prima, perché la matematica è fondamentale; seconda, perché richiede la più piccola spesa per impianti e libri, e terza perché sembrò a Flexner di poter avere, da parte delle principali personalità nel campo della matematica, maggior appoggio, che da parte degli esponenti di qualsiasi altro campo. Sinché l'Istituto non poté avere un suo proprio edificio, Hibben, il rettore della Princeton University, mise a disposizione di Flexner una parte della Fine Hall, il padiglione della matematica nel parco di Princeton.

Il bel parco, con i suoi alberi ombrosi e i padiglioni nello stile gotico delle Università inglesi, presentava un ambiente molto adatto. Inoltre l' Istituto ebbe all' inizio delle sue attività l'appoggio e la collaborazione dei matematici dell'Università. Si pensava che con l'andar del tempo uomini famosi di tutto il mondo, già laureati, affluissero a Fine Hall.

Sin dal principio fu idea dei fondatori di dare all'Istituto quasi un carattere claustrale. Flexner così si espresse: « Deve essere un rifugio da cui gli studiosi e gli scienziati devono guardare al mondo ed ai suoi fenomeni come al loro laboratorio, senza cioè lasciarsi trascinare dalla corrente ». Questo carattere claustrale dell' Istituto aumentò ancor più quando nel 1940 si spostò da Fine Hall nel parco di Princeton al suo nuovo edificio situato a poche miglia fuori della città di Princeton.

2. - *La decisione di Einstein di entrare nell'Istituto*

Flexner si mise alla ricerca di grandi maestri che potessero formare la base del suo Istituto. Percorse l'America e l'Europa per trovare tali uomini. In uno di questi viaggi venne a Pasadena nell'inverno del 1932. Qui parlò del suo proposito con R. A. Millikan, il famoso

fisico, che gli disse: « Sapete che Einstein in questo momento è nostro ospite? Perché non gli parlate del vostro piano e non sentite la sua opinione in proposito? ».

Da prima Flexner fu piuttosto incerto se parlare o meno di questi argomenti riguardanti l'insegnamento e l'amministrazione ad un uomo che ormai era leggendario. Aveva un certo ritegno ad avvicinare Einstein perché era « una persona troppo in vista ». Ma Millikan lo rassicurò dicendo che Einstein s'interessava di ogni progetto per migliorare l'istruzione dei giovani studiosi e che amava ogni cosa nuova e ardita. « Gli parlerò subito di voi. Andate a trovarlo all'Athenaeum ». Questo è il club dell' istituto di tecnologia di California, situato in un bel giardino di palme, dove alloggiano come ospiti gli studiosi stranieri. Flexner descrisse così la sua visita:

« Andai all'Athenaeum dove Einstein alloggiava con sua moglie e mi incontrai con lui per la prima volta. Fui affascinato dal suo nobile contegno, dalle sue maniere veramente affascinanti e dalla sua modestia genuina. Passeggiammo in su e in giù lungo il corridoio dell'Athenaeum per circa un'ora, mentre io spiegavo ed egli faceva domande. Poco dopo le 12 comparve la signora Einstein per ricordargli che aveva un invito a pranzo. « Benissimo, — disse egli alla sua maniera gentile, — vi è tempo per questo, parliamo ancora un po' ».

A quel tempo Flexner non pensava ad Einstein per il suo Istituto. Desiderava soltanto sentire le sue opinioni in proposito. Si misero d'accordo di incontrarsi di nuovo l'estate successiva a Oxford, dove Einstein doveva tenere delle conferenze; infatti, come avevano stabilito, Einstein incontrò Flexner sul bel prato del Christ Church College a Oxford, dove Einstein alloggiava. Flexner così descrive l'incontro:

« Era una bellissima giornata e camminavamo in su e in giù addentrandoci sempre più nel problema. Poiché

durante la conservazione mi nacque l'idea che forse poteva interessargli di entrare in un istituto del genere proposto, prima di partire gli dissi: « Professor Einstein, non oso offrirvi un posto nel nuovo Istituto, ma se dopo averci pensato ciò vi può interessare, sarete sempre ben accolto, alle condizioni che porrete voi ». Si misero d'accordo che durante l'estate Flexner sarebbe venuto a Berlino per continuare le conversazioni. Era l'estate del governo provvisorio di von Papen in Germania, l'estate in cui la Repubblica tedesca si poteva considerare morta e altro non era che un fantasma. Einstein vedeva il futuro in modo perfettamente chiaro e aveva deciso di tenersi aperta una via per l'America.

Quando Flexner venne a Berlino, Einstein viveva già nella sua casa di campagna a Caputh nel pressi di Potsdam. Era la stessa estate e la stessa casa di cui ho già parlato nel capitolo X. Flexner arrivò alla casa di Einstein un sabato alle 3 pomeridiane. Descrive la sua visità così: « Era una giornata fredda, e indossavo ancora gli abiti invernali e un pesante cappotto. Arrivato alla bella e comoda casa di Einstein, lo trovai seduto in veranda vestito da estate. Mi pregò di sedere. Gli chiesi se potevo tenermi il cappotto. « Oh sì » disse. « Voi non avete freddo? » gli chiesi indicandogli il suo vestito. « No, — rispose — i miei vestiti si accordano alla stagione, non al tempo; ora è estate ». Sedemmo nella veranda, parlammo fino a sera ed Einstein mi invitò a cena. Dopo cena parlammo fino alle 11. Mi fu allora perfettamente chiaro che Einstein e sua moglie erano pronti a venire in America. Gli chiesi di dirmi le sue condizioni ed egli promise di scrivermi entro pochi giorni ».

Secondo la sua abitudine, Einstein, con un pullover e senza cappello, accompagnò il suo ospite sotto la pioggia sino alla fermata dell'autobus. L'ultima cosa che disse

nel salutare Flexner fu: « Sono entusiasta del progetto ». Ben presto Einstein comunicò le sue richieste per assumere il suo nuovo incarico in una lettera a Flexner, che le trovò troppo modeste considerando l'Istituto e il valore di Einstein. Flexner chiese che le trattative fossero lasciate a lui e alla signora Einstein. Si concluse allora il contratto. Einstein fece notare che era già impegnato a passare l'inverno del 1932-33 a Pasadena e che non avrebbe potuto andare a Princeton prima dell'autunno del 1933. Allora aveva ancora l'intenzione di passare un po' di tempo ogni anno a Berlino per non essere infedele ai suoi vecchi amici. Ma si rendeva perfettamente conto degli eventi che si avvicinavano. Quando vi fu la rivoluzione nazista agli inizi del 1933, la strada per la sua emigrazione per l'America era già stata preparata, e nell'inverno del 1933 Einstein assunse il suo nuovo incarico all'Istituto di studi superiori che Flexner aveva fondato a Princeton. Naturalmente non si parlò più di passare parte dell'anno a Berlino. Einstein andò a Princeton per prendervi residenza permanente e per diventare cittadino degli Stati Uniti. Tuttavia vi dovevano essere ancora molte tappe prima che egli raggiungesse questa meta. Entrò nel paese come visitatore, e all'inizio non ebbe neppure il diritto di permanenza, per non parlare poi di quello di assumere la cittadinanza.

3. - *Le attività di Einstein all'Istituto*

L'Istituto in cui era entrato Einstein era sotto certi riguardi simile all'Istituto Kaiser Wilhelm a cui aveva appartenuto a Berlino. In tal modo egli assunse un incarico che già a suo tempo gli era sembrato spiacevole. Come già dissi, egli considerava che l'essere pagato soltanto per le proprie ricerche fosse una situazione poco simpatica.

Non si hanno sempre delle idee eccezionali, perciò viene la tentazione di pubblicare articoli di scarso valore In tal modo lo scienziato è sottoposto a una penosa coercizione. Quando invece si hanno degli incarichi di insegnamento non gravosi, essi danno ogni giorno la consolante sensazione di aver fatto qualche cosa di utile per la società. In una simile condizione è piacevole fare delle ricerche per proprio divertimento durante le ore libere, senza sentirne l'obbligo. D'altra parte un uomo come Einstein, pieno di idee originali, si avviliva nella monotonia dell'insegnamento quotidiano. Egli considerava molto bella l'idea dell'insegnamento, ma quando gli veniva offerta una posizione in cui potesse dedicarsi interamente alle ricerche, era incapace di rifiutarsi. Nel nuovo Istituto egli poteva assistere studenti di ingegno, già laureati, nello svolgimento delle loro ricerche. Perciò i suoi rapporti con gli studenti erano limitati ad un numero molto piccolo. Einstein era spesso indeciso fra un senso di soddisfazione perché gli veniva evitato un lavoro monotono, ed un certo senso di solitudine perché era separato dalla grande massa degli studenti. Questo duplice atteggiamento era in accordo col suo duplice atteggiamento verso i suoi consimili in generale, di cui abbiamo ripetutamente parlato.

Questa dualità, che ebbe una parte così importante in tutta la sua vita, si manifestò anche verso il suo ambiente a Princeton. Sarebbe stato abbastanza semplice per lui dare lezioni od organizzare un corso a cui potessero assistere molti studenti. Ma Einstein sentiva che non sarebbe stato simpatico da parte sua, uomo di fama internazionale, mettersi in competizione coi professori dell'Università, molti dei quali erano assai giovani. Essi avrebbero potuto abbastanza giustamente considerare ciò come una « ingiusta concorrenza ». Ad ogni modo

Einstein evitò ostinatamente di porsi su questo piano di concorrenza. E' possibile però che egli abbia esagerato nella sua mente la suscettibilità e l'ambizione dei suoi colleghi, perché molti di essi probabilmente sarebbero stati lieti di approfittare della presenza di un così famoso scienziato a Princeton, per apprendere essi stessi qualche cosa da lui.

Così come stavano le cose, la sua presenza non fu tanto utilizzata quanto avrebbe potuto essere. Nessuno, e forse neppure lo stesso Einstein, può dire se questa situazione fosse dovuta alla sua considerazione per gli altri, oppure alla sua avversione per un più intimo rapporto con essi.

A Princeton Einstein riprese le sue ricerche al punto in cui le aveva lasciate a Berlino, e ciò sia riguardo agli argomenti, sia riguardo al modo con cui li affrontava. Fu sempre una sua caratteristica il potersi astrarre dall'ambiente. Sin dal tempo del nostro incontro a Berlino 25 anni prima, gli era indifferente pensare ai suoi problemi nel suo studio o su di un ponte a Potsdam, così anche ora era indifferente per lui l'avere spostato il suo studio dalla periferia occidentale di Berlino alla elegante città universitaria americana di Princeton al di là dell'Oceano.

Einstein, durante questo periodo, si occupò di tre gruppi di problemi. In primo luogo desiderava sviluppare le sue teorie speciale e generale della relatività del 1905, 1912 e 1916 in una struttura sempre più logicamente connessa. Su di un punto importante Einstein riuscì a Princeton a fare un grande progresso. Bisogna ricordare che Einstein considerava il campo gravitazionale come una proprietà geometrica dello spazio che può essere chiamata con un'unica parola: la « curvatura ».

Questa curvatura è determinata dalla presenza della materia nello spazio e può essere valutata in base alla

distribuzione della materia. Se si conosce la curvatura dello spazio o in altre parole il campo gravitazionale, si sa anche quale sarà il moto di un corpo presente in questo spazio. Ciò è dato dalle « equazioni del moto » che possono essere brevemente stabilite come segue: un corpo si muove in maniera che la rappresentazione del suo itinerario in un continuo spazio-tempo quadridimensionale sia una linea geodetica (la linea più breve). Ciò sarebbe completamente soddisfacente se si supponesse che la materia ed il campo di forza fossero due entità completamente differenti. Ma ci si avvicina sempre più al concetto che la massa di una particella altro non sia in realtà che un campo di forza molto intenso in quel punto. Per conseguenza il « moto di una massa » non è altro che il cambiamento del campo di forza nello spazio, le leggi di questo cambiamento sono le « equazioni di campo », cioè le leggi che determinano il campo di forza.

Ma se il moto del corpo è già determinato dalle equazioni di campo, non vi è più possibilità per leggi speciali del moto. Non si può fare l'ipotesi supplementare, in aggiunta alle equazioni di campo che le masse si muovono lungo linee geodetiche. Anzi queste equazioni del moto devono già essere contenute nelle equazioni di campo. C. Lanczos, collaboratore di Einstein a Berlino, aveva abbozzato l'idea di derivare matematicamente le leggi del moto dalle equazioni di campo. La sua derivazione però non sembrò soddisfacente ad Einstein ed a Princeton egli riuscì a dimostare in maniera completamente convincente che è sufficiente conoscere le leggi del campo per poter derivare da esse le leggi del moto. Ciò è considerato come una conferma dell'idea che la materia non sia altro che una concentrazione del campo in certi punti.

Ho già accennato come Einstein desiderasse avere l'assistenza di giovani fisici e matematici, specialmente quando si trattava di complicate deduzioni mate-

matiche. Da Berlino egli portò con sé il matematico viennese Walter Mayer, che ben presto ottenne una posizione indipendente nell'Istituto di studi superiori e non collaborò più con Einstein. Durante i primi anni della sua residenza venne a Princeton un fisico polacco di grande ingegno, Leopold Infeld; egli rimase colà parecchi anni e con lui Einstein lavorò sulla prova della « identità del campo e della materia ». Einstein amava discutere con Infeld su ogni specie di problemi, compresi i problemi fondamentali della fisica ed il loro sviluppo.

Questi colloqui diedero origine al libro di Einstein e Infeld *Evoluzione della fisica,* che ebbe una grande diffusione. Esso è certamente una delle migliori esposizioni delle idee fondamentali della fisica per il grande pubblico.

Infeld scrisse anche un'autobiografia intitolata *La formazione di uno scienziato.* Gran parte di questo libro descrive la vita di Einstein a Princeton vista da un acuto osservatore e da un collaboratore competente.

Il secondo gruppo di problemi di cui Einstein s'interessò intensamente a quell'epoca è la critica dello sviluppo della teoria dei quanti, che è stata descritta nel capitolo IX. Einstein sentì la necessità di dimostrare con esempi concreti che la teoria dei quanti, nella forma di Copenaghen, com'era stata espressa da Niels Bohr, non descrive una « realtà fisica » come il campo, ma soltanto l'interazione del campo con uno strumento di misura. L'articolo che Einstein pubblicò con N. Rosen e B. Podolsky, due giovani fisici, fu particolarmente importante in questa discussione. L'articolo mostra con un esempio semplice che il modo con cui la teoria dei quanti descrive le condizioni fisiche in una certa area spaziale non può essere considerato come una descrizione completa della realtà fisica in questa area.

Questa opera incitò Niels Bohr a formulare più chiaramente di quanto non avesse fatto prima il suo punto

di vista sulla questione della realtà fisica. Bohr a questo punto rinnegò definitivamente tutte le interpretazioni « mistiche » che erano state tratte dalla sua teoria.

Fra queste vi era il concetto che lo « stato reale » in un'area spaziale venga « distrutto » dall'osservazione, ed altre simili idee. Egli stabilì allora chiaramente che la teoria dei quanti non descrive alcuna proprietà del campo, ma una interazione fra il campo e lo strumento di misura. E' evidente che non si può scegliere in base a considerazioni generali logiche fra le concezioni di Einstein e quelle di Bohr poiché non sono affermazioni opposte, ma piuttosto proponimenti opposti. Einstein propose di mantenere, in via di tentativo, una specie di descrizione dello stato fisico in un'area spaziale, non molto discosta dal modo in cui la realtà viene descritta nel parlare quotidiano. Con ciò egli proponeva di descrivere lo stato fisico di un'area in modo che nella descrizione stessa non fosse necessario stabilire con quale strumento di misura essa fosse stata ottenuta. Einstein si rendeva perfettamente conto che non sarebbe stata una cosa assurda abbandonare questo genere di descrizione dove le leggi della fisica sono formulate in termini di « campo », ma voleva abbandonarla soltanto in caso che ciò fosse risultato necessario senza alcun dubbio.

Il terzo ed il più interessante problema fu il tentativo di trovare il campo fisico che permetta una formulazione di leggi fisiche per i fenomeni subatomici in una forma che sia una generalizzazione delle equazioni del campo elettromagnetico e gravitazionale. Einstein ebbe per collaboratori in questo studio due giovani, uno di nome Bergmann e l'altro di nome Bargmann, somiglianza che diede origine a molti scherzi.

Ogni mattina Einstein andava regolarmente al suo studio all' Istituto di studi superiori dove incontrava o Peter Bergmann o Valentini Bargmann o entrambi. Ein-

stein suggeriva ad essi vari modi di concepire la struttura dello spazio, non soltanto come quadridimensionale, ma qualche volta come pentadimensionale, in modo che le grandezze che costituiscono questa struttura geometrica possano permettere una descrizione di un campo generalizzato delle forze fisiche. Il campo di forze reali può essere trovato se si trovano le relazioni fra le grandezze descritte, da cui possono venir derivate le leggi reali dei fenomeni osservabili in tutti i campi della fisica, compresa la fisica atomica e nucleare.

Le difficoltà di questo compito si rivelarono molto più grandi di quanto si poteva supporre. Sino al momento attuale sembra che tutti i tentativi fatti non siano stati sufficienti a raggiungere lo scopo. Recentemente Einstein ha tentato nuove equazioni di campo e non ha abbandonato la speranza di riuscire a dimostrare che gli elettroni ed i protoni sono soltanto dei campi particolari.

Malgrado la grande quantità di conferme sperimentali della teoria « positivistica » di Bohr, secondo Einstein è ancora una questione insoluta se sia o no possibile derivare gli stessi fatti osservabili da una teoria del campo e salvare la concezione storica di una realtà fisica indipendente dai dispositivi di osservazione e di misura.

Oltre al suo lavoro regolare all'Istituto, Einstein occupava il suo tempo consigliando i giovani che si interessavano di scienza. Fu sempre suo destino l'essere giudicato non solo come individuo, ma anche come tipo, anzi come simbolo di un certo gruppo di persone. Tale destino fu sempre per lui penoso, dato che nulla lo infastidiva più che l'essere classificato come membro di un partito o di un gruppo. Poiché si era esposto coraggiosamente per la causa del popolo ebraico, sia i nemici degli Ebrei che gli Ebrei stessi avevano sempre preteso da lui che egli facesse la parte del capo, o almeno del rappresentante del suo popolo.

La vita di Einstein fu sempre considerata come simbolo del destino di un popolo, spesso dotato d'ingegno, ma spesso combattuto e spinto all'isolamento. Perciò fra la gente che chiedeva consigli ad Einstein vi erano molti giovani ebrei che gli scrivevano lettere chiedendogli il suo aiuto. In certo senso per gli Ebrei egli ebbe la parte che Tolstoi a suo tempo ebbe per i giovani russi. I giovani ebrei poveri guardavano ad Einstein come ad uno della loro razza, che si era fatto strada, e che era tanto famoso in tutto il mondo da avere una ricchezza ed un potere senza limiti. Direi che questo era un grandissimo errore. Né la sua fortuna né la sua influenza si avvicinarono mai neppure lontanamente alla sua fama.

Molto spesso i giovani di qualsiasi categoria si rivolgevano a lui chiedendogli consiglio per intraprendere una carriera accademica per cui si sentivano versati, anziché dedicarsi a qualche lavoro tecnico in ufficio o in un negozio. Einstein era sempre pronto a consigliare ciò che era opportuno fare, e si interessava particolarmente della situazione personale di ognuno.

Però come già vedemmo, Einstein riteneva che fosse buona cosa guadagnarsi la vita facendo il « ciabattino » e dedicare allo studio il tempo libero. Einstein non amò mai parlare dell'aiuto morale e materiale che egli dava ai bisognosi. Voglio citare però alcuni casi che ebbi occasione di osservare io stesso. Einstein continuava ad interessarsi degli studenti che aveva aiutato ad entrare nell'Università, e li seguiva man mano che progredivano nei loro studi. Consigliava loro quali insegnanti scegliersi, quali libri leggere, e spesso egli stesso mandava dei libri. Ricordo un caso simile, riguardante uno studente di un paese balcanico. Su consiglio di Einstein egli aveva fatto richiesta di entrare all'Università di Praga ed era stato ammesso. Einstein mi pregò di interessarmene e perciò quello si rivolgeva a me quando era in difficoltà. Lo stu-

dente viveva con uno stipendio che gli passava un grosso industriale del suo paese. Ma lo studente usava questo denaro, che a stento sarebbe bastato per lui, per far studiare i suoi fratelli e le sue sorelle. Il fatto che uno dei maggiori uomini del nostro tempo si interessasse dei suoi studi, era la cosa più grande della sua vita e dava un certo splendore anche alle sue più piccole esperienze. Quando il giovane si rivolse per la prima volta ad Einstein, questi era ancora a Berlino, ma quando il giovane arrivò a Praga, Einstein era già andato in America. Lo studente scriveva ad Einstein parlandogli di tutte le fasi dei suoi studi, anche delle cose più banali, e spesso riceveva risposte dall'America con consigli molti dettagliati. Essendosi trovato in difficoltà nei suoi rapporti con gli insegnanti ed i compagni, chiese ad Einstein come si doveva comportare. Einstein normalmente lo consigliava di essere conciliante. Questo era certamente un buon consiglio per un giovane che si era creato varie inimicizie in quell'ambiente a lui poco familiare. Era naturalmente pieno di orgoglio, dato che si distingueva da tutti gli altri studenti di fisica per il fatto che era in corrispondenza personale col più famoso fisico del nostro tempo.

Non c'è da meravigliarsi che in una situazione simile uno studente si sentisse quasi un rappresentante dello stesso Einstein, sino al punto di considerare le offese fatte a lui come offese fatte ad Einstein. Egli si considerava addirittura come un martire, felice di poter soffrire per Einstein, e persino credeva che l'essere in rapporto con Einstein fosse un sacrificio e lo mettesse in difficoltà.

4. - *Gli studiosi rifugiati*

Man mano che le persecuzioni contro gli Ebrei andavano aumentando in Germania e nei paesi satelliti, il numero degli scienziati, scrittori, artisti, insegnanti, ed

altri, che desideravano trovar asilo negli Stati Uniti, divenne sempre più grande. Quando una grande quantità di buona merce è messa sul mercato a prezzi ridotti, si determinano delle ripercussioni economiche e addirittura l' inflazione. Così, quando questi studiosi esuli offrirono il loro lavoro, incontrarono grandi difficoltà. La nuova immigrazione cominciò mentre gli Stati Uniti erano in piena crisi economica. Ciò naturalmente non era una coincidenza casuale, dato che non sarebbe avvenuta la rivoluzione nazista in Germania senza quella grande depressione in tutto il mondo. Man mano che aumentava il numero degli immigranti, dicerie fantastiche cominciarono a circolare sul loro conto. Spesso si diceva che questi rifugiati non erano dei pionieri, che non compivano alcun lavoro costruttivo, come avevano fatto i primi immigrati, ma che volevano soltanto arricchirsi senza lavorare, o vivere di carità. Molti li consideravano come dei rivali nella loro professione, molti li usavano semplicemente come capri espiatori da biasimare per vari mali. Degli abili agitatori riuscirono persino a convincere la gente che l'enorme numero di questi immigrati avrebbe finito col cambiare la composizione nazionale e razziale del popolo degli Stati Uniti.

Quando Bertrand Russell, il filosofo e matematico inglese, in seguito al suo atteggiamento critico verso le idee tradizionali sul matrimonio e sulla religione, non riuscì ad essere nominato professore di filosofia al Collegio della Città di New York, Einstein lo sostenne. Egli sentiva che era dannoso per lo sviluppo della scienza che gli attacchi di oppositori personali e politici potessero impedire la nomina di un professore di eccezionale valore scientifico. Allora i nemici di Russell usarono per i loro scopi l'appoggio che Einstein gli aveva dato. Essi scrissero ai giornali delle lettere che contenevano frasi come la seguente: « Come osano il « nudista » Russel e il « rifu-

giato » Einstein interferire nella vita familiare degli Stati Uniti? ».

E' notevole l'uso delle parole « nudista » e « rifugiato » come se fossero egualmente spregiative.

Ogni Istituto che volesse impiegare uno studioso rifugiato si trovava di fronte ad un dilemma. Da una parte le Università americane erano pronte ad aiutare le vittime delle persecuzioni politiche ed erano ben liete di potersi arricchire di uomini di grande capacità, ma d'altra parte esse avevano delle responsabilità verso i propri laureati, che aspiravano a posizioni accademiche. Per essi naturalmente sarebbe stata una amara delusione vedere i posti a cui aspiravano inaspettatamente occupati dagli studiosi europei, che naturalmente avevano una fama più grande e più antica della loro. Una situazione simile mise in difficoltà anche quegli studiosi rifugiati che avevano già ottenuto una sistemazione. Essi si sentivano moralmente obbligati ad aiutare i loro compatrioti e compagni di sventura, che erano stati meno fortunati di loro, ma si sentivano anche obbligati a tutelare gli interessi dei loro studenti. Alcuni arrivarono sino a dire che ogni studioso rifugiato, che avesse già una posizione, doveva fare in modo che nessun altro riuscisse a sistemarsi nello stesso Istituto.

Per Einstein la situazione era anche più difficile. Anche in questa occasione egli finì coll'essere considerato come il capo ed il simbolo di tutti gli studiosi rifugiati. Gli amici dei rifugiati citavano Einstein come un esempio degli uomini d'eccezione che arrivavano negli Stati Uniti, mentre i loro oppositori si sentivano in obbligo di disprezzarlo per opporsi alla categoria dei rifugiati. I rifugiati a loro volta guardavano ad Einstein come al loro capo naturale. Essi sentivano che, data la sua fama, egli avrebbe potuto in qualche modo soccorrerli, e si rivolgevano a lui per aiuto. Einstein riceveva dall'Europa cen-

tinaia di lettere di studiosi che volevano emigrare, e gli chiedevano aiuto per ottenere una sistemazione, o almeno l'*affidavit of support* richiesto dalle norme americane per l'immigrazione. Einstein fece di tutto per aiutarli e spesso diede egli stesso questi *affidavit* per molti. Altri si rivolgevano ad Einstein non appena erano arrivati in America. Egli faceva del suo meglio, ma, naturalmente, il numero delle persone che riusciva realmente ad aiutare era molto piccolo a paragone del grandissimo numero di coloro che si rivolgevano a lui.

Nel raccomandare gli studiosi stranieri per qualunque incarico, Einstein era mosso sia dallo spontaneo sentimento di simpatia verso chiunque soffrisse, sia dalla convinzione che lo sviluppo della scienza doveva essere appoggiato dovunque fosse possibile. Egli era sempre pronto a scrivere delle raccomandazioni per questa gente. Pensava che se lo scienziato straniero fosse stato ben accetto, la sua raccomandazione sarebbe stata di qualche aiuto: in caso diverso, esso non avrebbe offeso né le persone raccomandate né l'istituto.

Einstein avrebbe potuto far di più per i rifugiati se si fosse interessato della situazione delle varie Università, e avesse approfittato dei fattori personali economici e politici ad esse relativi; ma una simile preoccupazione non era possibile per lui. Le persone più eccezionali intellettualmente, ed anche le più gentili, spesso non hanno senso pratico. Questo spiega la contraddittorietà delle opinioni intorno ad Einstein. Alcuni sentivano che egli era premuroso e disposto ad aiutarli, altri pensavano che si curasse poco di loro.

Sebbene collaborasse sinceramente in ogni organizzazione umanitaria, politica e sociale, Einstein era capace di dire all'improvviso: « Parlando sinceramente, non mi sono mai interessato molto della gente, ma soltanto delle cose ». E se gli fosse stato chiesto cosa intendesse per

« cose », avrebbe detto: « I fenomeni fisici ed i metodi per comprenderli ».

La situazione psicologica di questi nuovi rifugiati aveva pure le sue difficoltà. Molti provenivano dalla Germania, paese che essi avevano sempre considerato come la loro patria, ed alla cui vita intellettuale e culturale si sentivano molto legati. Ne erano stati cacciati, ma ciò non significava che avessero perso tutte le loro relazioni con esso. Arrivavano in un paese straniero che dava loro amichevole ospitalità e spesso permetteva loro di iniziare una nuova vita, talvolta migliore di quella che avevano condotta nel loro paese. Se insistevano troppo sui loro rapporti con la cultura tedesca, facilmente si creavano delle antipatie nella nuova residenza.

D'altra parte, date le circostanze che avevano condotto alla loro emigrazione, erano decisamente avversi, sia politicamente che culturalmente, agli ambienti governativi in Germania. Come conseguenza di ciò, essi erano accusati da una parte di propaganda a favore della Germania, dall'altra di condurre una campagna di odio che poteva creare dell'inimicizia fra la Germania e gli Stati Uniti e magari trascinare il paese in guerra. Ciò che è notevole è che queste accuse contraddittorie erano spesso fatte contemporaneamente. Einstein stesso molte volte si stupiva di come i nuovi immigrati dalla Germania rimanessero ancora tanto legati al loro vecchio paese. Era una cosa inspiegabile per lui come i rifugiati ebrei, che avevano così sofferto in Germania, sentissero ancora tanta nostalgia per quel paese. Come riferiscono Erika e Klaus Mann, Einstein una volta narrò questo episodio: « Conobbi un giovane avvocato tedesco che vive a New York, un cosiddetto ariano. Gli chiesi se sentisse della nostalgia per il suo paese: — Nostalgia, — disse — e perché mai? Io non sono ebreo.

« Non è forse interessante, non è tipico? Il naziona-

lismo sentimentale e piagnucoloso degli ebrei, non è forse un morboso amore per un paese, quale si può trovare solo fra gente che non sa di sicuro quale sia veramente la sua patria?

« Anche io sono Ebreo, ma ogni cosa mi sembra così bella in America, che non sento nostalgia per alcun paese, per non parlare poi della Germania del signor Hitler ».

E' ben nota l'avversione di Einstein per l'atteggiamento inumano e meccanico delle classi dirigenti tedesche sotto il Kaiser: si può facilmente capire quale fosse questa avversione nei riguardi di Hitler. Egualmente forte è però il suo amore per la musica tedesca di Bach e di Mozart. Sotto certi riguardi, forse, in arte egli partecipa dei gusti dei nazionalisti tedeschi. Non ama la musica moderna e la trova piuttosto sgradevole. Generalmente egli ama tutto ciò che di tedesco deriva dallo spirito del periodo che precedette Bismarck e Guglielmo. Fu sempre molto lieto di ricevere visite di persone imbevute dello spirito della musica e della letteratura tedesca classica. Non è neppure contrario alla filosofia di Kant, in parte forse per le relazioni che questa filosofia ha con quel periodo dello spirito tedesco.

In America Einstein è stato spesso considerato ufficialmente come il capo del popolo ebraico. Quando si inaugurò la Fiera Mondiale a New York nel 1939-40, la Palestina era rappresentata da un padiglione. Poiché era abituale, che, all'apertura di un padiglione, l'ambasciatore del relativo paese facesse un discorso inaugurale, non si sapeva a chi darne l'incarico per il padiglione della Palestina. La scelta non cadde su un capo politico dei sionisti o su un rabbino, ma su Einstein, che venne così ufficialmente riconosciuto come una specie di capo spirituale degli Ebrei.

5. - *L'atteggiamento di Einstein verso la religione*

Per comprendere l'atteggiamento di Einstein verso il popolo ebraico, bisogna conoscere il suo atteggiamento verso la religione biblica tradizionale, e verso la religione in generale. Sarebbe naturale per Einstein assumere un atteggiamento puramente critico verso la religione della Bibbia, dato che il suo inesorabile criticismo aveva tolto dalla fisica gli ultimi resti di concezioni medioevali semi-teologiche. Da quando arrivò in America, questo lato della sua personalità fu oggetto di speciale interesse. In questo paese, assai più che in Europa, la gente si interessa delle relazioni fra scienza e religione, e sente assai più intensamente la necessità di una mutua comprensione fra esse.

L'atteggiamento di Einstein verso la religione tradizionale si collega al suo duplice atteggiamento verso le relazioni sociali in generale. Quando io conobbi Einstein verso il 1910, ebbi l'impressione che egli non simpatizzasse con alcun genere di religione tradizionale. Al tempo della sua nomina a Praga egli aveva aderito alla comunità religiosa ebraica, ma considerava quest'atto come una formalità. A quel tempo i suoi figli stavano per incominciare la scuola elementare, dove avrebbero ricevuto una istruzione religiosa. Questo era un problema piuttosto difficile, dato che egli apparteneva alla religione ebraica e sua moglie a quella greco-ortodossa.

« Ad ogni modo, — diceva Einstein — mi dispiace molto che ai miei figli si insegnino cose contrarie ad ogni forma di pensiero scientifico ». Ed egli rammentava scherzando il modo con cui ai bambini viene spiegato Dio nella scuola. « I bambini credono che Dio sia una specie di vertebrato gassoso ». Questa era una allusione

al detto dello scienziato e filosofo tedesco Ernst Haeckel, che era allora corrente.

A quel tempo un osservatore superficiale avrebbe facilmente risolto la questione dell'atteggiamento di Einstein verso la religione qualificandolo « scettico ». E' l'osservazione che Einstein fece ad un ebreo ortodosso che incontrò una volta nell'ufficio di polizia a Praga, dove io ero andato con lui per il passaporto. Quell'uomo chiese ad Einstein se conoscesse un ristorante a Praga in cui il vitto fosse strettamente *kosher;* Einstein disse il nome di un albergo che era noto per essere ligio ai precetti. Quello chiese di nuovo ad Einstein: « Il cibo è veramente *kosher?* ». Questo irritò in certo modo Einstein, che disse con gran serietà: « In realtà soltanto un bue mangia strettamente *kosher* ». Il pio uomo si offese e guardò Einstein indignato. Questi però spiegò che quanto aveva detto non era affatto offensivo, ma assolutamente oggettivo ed innocente: « Un bue mangia l'erba, e questo è l'unico cibo che sia *kosher*, dato che non è stato artefatto in alcun modo ».

L'atteggiamento di Einstein riflette spesso l'immediata reazione di un genio, che è simile a quella di un intelligente fanciullo. Il mondo non è giudicato in modo tradizionale, ma secondo quanto suggerisce la ragione. Se questo giudizio viene espresso senza alcun eufemismo tradizionale, viene spesso detto « cinico ». Ma dovrebbe invece essere considerato sincero e dotato di senso umoristico.

Una volta Einstein venne a sapere che un fisico di intelligenza piuttosto mediocre era stato investito da un autobus ed ucciso. Egli disse con compassione: « Peccato per il suo corpo ».

Un'altra volta Einstein fu invitato da un comitato, organizzato in onore di un ben noto studioso, a partecipare alla celebrazione del suo settantesimo compleanno,

e fu pregato di fare un discorso all'adunanza. Einstein rispose a questo comitato: « Io tengo in alta stima l'uomo che voi onorate, e gli sono molto amico. Perciò il giorno del suo compleanno farò un pranzo in suo onore, tutto solo in casa mia: poiché non vi sarà udienza io terrò un discorso per me solo. Non sarebbe più conveniente che voi faceste lo stesso, sia per voi che per lo studioso che dovete onorare? ».

Il suo modo di parlare è spesso l'espressione del desiderio di rendere tollerabili le cose serie del mondo mediante una presentazione piacevole, atteggiamento che è in realtà la base di ogni attività artistica. L'uso di queste parole caustiche era per Einstein un modo artistico di adattarsi al mondo, come il suonare una sonata di Mozart. In un certo senso tutta la musica di Mozart può essere detta « cinica ». Non prende sul serio il nostro tragico mondo e lo riflette in ritmi gai e gioiosi.

Per comprendere seriamente le idee di Einstein sulla religione è bene partire dalla sua concezione della scienza fisica e della scienza in generale. Come ho già ripetuto diverse volte, le leggi generali della scienza, secondo Einstein, non sono prodotti dell'induzione o della generalizzazione, ma piuttosto prodotti dell'immaginazione, che devono essere confermati dalle osservazioni fisiche. Nel suo discorso di Oxford, Einstein chiese: « Se le basi assiomatiche della fisica teorica non possono essere una deduzione dall'esperienza, ma sono soltanto delle libere invenzioni, abbiamo qualche diritto di sperare di trovare la via giusta? O, per meglio dire, questa via esatta esiste veramente all'infuori della nostra immaginazione? ».

Per Einstein la teoria fisica è il prodotto della inventiva umana, l'esattezza della quale può essere giudicata soltanto in base alla sua semplicità logica, ed all'accordo delle sue conseguenze osservabili con l'esperienza. Questa descrizione di una teoria e questo criterio della sua

validità sono esattamente quelli sostenuti dai *positivisti logici*. Per essi la fiducia nell'esistenza di una teoria esatta significa la « speranza di fare una determinata invenzione ». L'espressione « la forma corretta di una teoria » non ha più significato della espressione « la forma corretta di un aeroplano », che è evidentemente una espressione senza senso.

Ma a questo punto Einstein si discosta definitivamente dalla concezione del positivismo logico. Nel suo discorso di Oxford egli rispose come segue alla domanda se vi fosse una forma corretta:

« A ciò io rispondo con sicurezza assoluta che, a mio avviso, vi è una via esatta ed inoltre che è nelle nostre possibilità il trovarla. La nostra esperienza sinora giustifica la nostra certezza, che in natura sia realizzata l'idea della semplicità matematica; è mia ferma convinzione che le pure costruzioni matematiche ci diano la possibilità di scoprire i concetti e le leggi che li collegano, ciò che ci dà la chiave della comprensione dei fenomeni della natura. L'esperienza naturalmente ci può guidare nella scelta dei concetti matematici di cui ci dobbiamo servire, ma non è possibile che sia la fonte da cui essi derivano. In un certo senso perciò io ritengo vero che il pensiero puro sia capace di comprendere il vero come sognavano gli antichi ».

A questo punto Einstein usa persino il linguaggio della filosofia idealistica, dei sostenitori della conoscenza aprioristica, cioè della conoscenza indipendente dall'esperienza, sebbene sia stato un deciso oppositore di questa filosofia. Ciò non di meno, per confermare il più possibile la sua opposizione a quelle eccessive semplificazioni, note col nome di « positivismo », egli adotta delle espressioni che possono facilmente essere fraintese da quelli che hanno solo una conoscenza superficiale delle idee di Einstein.

La differenza fra le idee di Einstein e quei « sogni degli antichi », a cui egli si riferisce, è la seguente: secondo le idee degli antichi filosofi il potere dell'intuizione è sufficiente a formulare delle affermazioni che non hanno bisogno di essere confermate dall'esperienza. Ma questo non è ciò che Einstein intende in realtà. Egli intende dire che la nostra facoltà inventiva ci mette a disposizione molte possibilità per la costruzione di teorie matematiche, ma fra di esse solo l'esperienza può decidere.

La convinzione di cui parla Einstein ed a favore della quale, naturalmente, non può essere data alcuna ragione definitiva, è la seguente: fra tutte le teorie ve ne sarà una un giorno che per la sua semplicità logica, come per la semplicità della presentazione delle osservazioni, sarà tanto superiore ad ogni altra teoria rivale, che ognuno dovrà riconoscerla come la migliore sotto ogni rapporto. Questa convinzione non è altro che una manifestazione di ottimismo scientifico. E' la sicurezza che esista una certa costituzione della natura osservabile, costituzione che è stata spesso detta « razionalità della natura ». L'esistenza di questi aspetti logici della natura è una caratteristica che non è palesemente evidente, ma che si può riconoscere con l'esperienza, e che può essere chiamata « razionalità della natura » se preferiamo adottare la terminologia della fisica tradizionale.

Questa terminologia normalmente viene usata da chi voglia esprimere le proprie simpatie verso certe idee della filosofia tradizionale, che sono espresse in maniera molto bella nel linguaggio di questa filosofia. Lo stupore per questi *aspetti razionali della natura* si tramuta in ammirazione, e questa ammirazione, secondo l'opinione di Einstein, è una delle radici più profonde del sentimento religioso. Quando parliamo dell'esistenza di un sistema logico che corrisponde ai processi naturali, questo termine « esistenza » non significa se non che vi sono esseri pen-

santi simili all'uomo, capaci di immaginare tale sistema. Se parliamo dell'esistenza di un simile sistema senza riferirla ad un essere pensante, ci esprimiamo in modo oscuro. Se lo riferiamo ad un essere pensante, immaginiamo più o meno vagamente un essere simile all'uomo con superiori capacità intellettuali. Per conseguenza parlare della razionalità del mondo significa sempre pensare vagamente ad uno spirito superiore all'uomo, ma pure sempre simile ad esso. In tal modo la concezione einsteiniana della natura può essere collegata a ciò che normalmente viene chiamato concezione religiosa del mondo.

Einstein si rende perfettamente conto che questa asserzione riguardo alla natura non è in alcun modo scientifica, ma piuttosto esprime un sentimento che nasce dalla contemplazione della natura. Riguardo a ciò egli disse una volta: « La più bella emozione che si possa provare è quella mistica. Essa è la fonte di ogni arte vera e di ogni scienza. Colui che non conosce questa emozione, e che non sa sognare ed essere rapito in devozione, è come se fosse morto. Sapere che quello che per noi è incomprensibile esiste in realtà manifestandosi come somma sapienza, è la più splendente bellezza, che le nostre ottuse facoltà possono comprendere soltanto nella loro forma primitiva. Questa certezza, questo sentimento, è al centro di ogni vera religiosità. In questo senso, e soltanto in questo senso, io appartengo alla schiera degli uomini religiosi ».

Secondo la concezione di Einstein, sono particolarmente gli scienziati della scienza naturale, e specialmente nel campo della fisica matematica, coloro che hanno questa esperienza mistica. Qui sta la radice di ciò che Einstein chiama « religione cosmica ». Egli dice: « L'esperienza religiosa cosmica è la più nobile e la più forte che possa derivare dalle ricerche scientifiche. Chi non abbia apprezzato il terribile sforzo, e la devozione necessaria

per ogni lavoro di creazione scientifica, non ne può giudicare l'intensità. Soltanto con questo sentimento può svilupparsi il lavoro scientifico, separato come è dall'immediata vita pratica.

« Quale profonda fede nella razionalità della struttura del mondo, quale desiderio di comprendere anche il più piccolo bagliore della ragione rivelata nel mondo, devono aver avuto Keplero e Newton! ».

Negli ultimi anni si è molto diffusa l'idea che le teorie del ventesimo secolo, specialmente la teoria della relatività di Einstein e la teoria dei quanti relativa alla struttura dell'energia, abbiano avuto molta importanza nel mitigare il conflitto fra religione e scienza. Poiché Einstein ha parlato spesso di una religione cosmica, basata sulla scienza, viene citato come un sostenitore di questa idea. Ciò però è molto errato. Con la sua chiara visione della struttura logica di una teoria scientifica, egli non ha mai voluto incoraggiare l'interpretazione religiosa della fisica, che divenne popolare con i libri di Jeans e di Eddington.

Per Einstein la religione è un sentimento mistico verso le leggi dell'universo, ed anche un sentimento di obbligo morale verso gli uomini. Ciò non di meno il carattere strettamente logico-empirico del suo pensiero gli impedisce di dedurre un legame scientifico o apparentemente scientifico fra questi due aspetti.

Tale sentimento fu frainteso da alcune persone, dato che Einstein non ha mai attribuito importanza agli aspetti formali della religione.

E' stupefacente come Einstein usi con facilità la parola *Dio,* come espressione figurativa, anche in fisica. Bisogna ricordare che egli ha ripetutamente ripudiato la concezione statistica della fisica con la frase: « Non posso credere che Dio giochi ai dadi col mondo ».

E' certo che qui la parola Dio è usata come espres-

sione figurata e non in senso teologico. Altri fisici però non usano questa espressione con uguale disinvoltura Una delle più belle osservazioni di Einstein, che venne scritta su di una parete dell'Istituto di studi superiori a Princeton, esprime il suo concetto della natura della scienza fisica mediante la stessa espressione figurata. Einstein vuol dire con questa frase che da un punto di vista matematico il sistema delle leggi fisiche è molto complesso e che per comprenderlo sono necessarie grandi capacità matematiche. Ciò non di meno egli è convinto che la natura obbedisca realmente ad un sistema di leggi matematiche e che la mente umana possa trovarle se si lascia guidare dal proprio giudizio scientifico. Tutto ciò è espresso nella detta frase: « Dio è complicato ma non ingannevole ».

Nell'autunno del 1940 si tenne a New York una conferenza in cui si parlò del contributo che la scienza, la filosofia e la religione potevano dare alla causa della democrazia americana. Einstein fu allora invitato a parlare. Da prima non voleva scrivere nulla, poiché gli dispiaceva attirare l'attenzione del pubblico, specialmente in argomenti politici. Siccome però lo scopo della conferenza lo attraeva, pur senza presentarsi a parlare personalmente, si lasciò indurre a mandare un contributo scritto intitolato *Scienza e Religione,* in cui diceva: « La causa principale del conflitto attuale fra religione e scienza sta nel concetto di un Dio personale. Lo scopo della scienza è di stabilire le leggi generali che determinano i concetti reciproci degli oggetti nel tempo e nello spazio... Questo è soltanto e principalmente un programma, e la fede nella possibilità di un suo compimento è basata soltanto su di un successo parziale. Difficilmente si trova chi osi negare questi successi parziali e li attribuisca ad una illusoria autopersuasione umana...

« Quanto più si è convinti della ordinata regolarità di

tutti gli eventi, tanto più ferma diventa la convinzione che non vi sia possibilità all'infuori di questa ordinata regolarità per cause di natura differente. Non esistono né leggi umane né leggi di volontà divine come causa degli eventi naturali. A dire il vero la dottrina di un Dio personale, che interferisca con gli eventi naturali, non può essere confutata, in senso reale, dalla scienza, dato che questa dottrina può sempre rifugiarsi in quei campi in cui la conoscenza scientifica non è ancora stata stabilita.

« Alla sfera della religione appartiene la fede che le regole valide per il mondo dell'esistenza siano razionali, e accessibili alla ragione. Non posso concepire uno scienziato genuino che non abbia questa fede profonda. La situazione può essere espressa con una immagine: la scienza senza la religione è zoppa, la religione senza la scienza è cieca ».

Apparentemente non vi è nulla di sensazionale e di urtante in questa frase. Gli scienziati, propensi ad assegnare una parte importante alla religione nella vita umana, generalmente trovano che Einstein ha espresso proprio ciò che essi pensavano. D'altra parte vi sono molti scienziati che rimproverano ad Einstein di parlare di religione e spiritualità sul terreno della scienza.

Vi fu subito molta gente che disse: « Einstein vuole privarci del nostro Dio personale ». E' proprio l'elemento personale di Dio che è il più prezioso per l'uomo. Einstein ricevette innumerevoli lettere, molte delle quali contenevano la veemente accusa che egli volesse privare la gente di una fede tanto benefica.

Nei giornali apparvero lettere aperte in cui si protestava contro il fatto che fosse permesso ad un « rifugiato » di immischiarsi nella fede in Dio. Vi furono prelati cristiani che asserirono che l'espressione « Dio personale » era caratteristica della divinità cristiana in contrapposizone con la divinità ebraica, e che Einstein

stava svolgendo una polemica contro la concezione cristiana di Dio.

In realtà Einstein ignorava queste sottigliezze della teologia cristiana ed ebraica. Al contrario, egli voleva mettere in evidenza il terreno comune del giudaismo liberale e della cristianità liberale nel loro concetto di Dio. Ma ancora una volta, come in molte altre occasioni, le sue buone intenzioni lo coinvolsero in polemiche odiose e malevole che egli non aveva potuto prevedere.

Come in molti altri luoghi, Einstein sosteneva idee positivistiche riguardo alle relazioni della scienza esatta e della scienza in generale con la condotta umana.

Alla domanda se lo scopo della vita umana potesse essere fatto derivare soltanto dalla scienza, Einstein, come il positivismo, rispondeva con un deciso « no ». Come il positivismo logico, Einstein è dell'opinione che, per quanta matematica semplicità e bellezza possano mostrare le leggi della natura, per quanto perfettamente esse riflettano l'osservazione, non possono mai dire quale sia la meta dell'uomo nella vita. Dalle leggi naturali apprendiamo solo come si comporta la natura, come si possono utilizzare le sue forze per scopi umani, ma non quali siano questi scopi.

Questi scopi l'uomo li può apprendere solo attraverso l'esempio e l'educazione: Einstein pensa che il compito della Chiesa consista appunto in questa educazione, e non nella divulgazione di certi concetti sulla natura.

Essendo profondamente convinto che la scienza, anche se altamente sviluppata, non può fornire uno scopo all' uomo, non discute dell' utilità delle organizzazioni ecclesiastiche. Non si interessa del rituale religioso; ma si rende conto del valore delle chiese e dei servizi religiosi come mezzi d'educazione, e poiché i riti aumentano l'effetto dell'educazione, egli ha imparato ad apprezzare il valore delle cerimonie religiose.

Le idee di Einstein sulla responsabilità della Chiesa per l'educazione morale si possono individuare in un discorso che fece nell'estate del 1939 nel seminario teologico di Princeton, davanti a un uditorio di prelati e studenti di teologia. Il titolo della conferenza era *Lo scopo*. Fra le altre cose egli disse: « E' certo che i principii non possono essere basati più sicuramente che sull'esperienza e sul pensiero cosciente e chiaro. In ciò bisognerebbe essere assolutamente d'accordo con i razionalisti estremi. Il punto debole della concezione però sta nel fatto che quei principii che sono decisivi e necessari per le nostre azioni e per le nostre valutazioni, non possono essere ottenuti soltanto in questo modo scientifico.

« Il metodo scientifico non può insegnarci altro che la comprensione concettuale delle relazioni reciproche tra i fatti. Lo sforzo per ottenere questa conoscenza oggettiva è una delle più nobili aspirazioni di cui l'uomo è capace, e non vorrete certo sospettarmi di sottovalutare gli sforzi eroici ed i successi della mente umana in questo campo. D'altra parte però è chiaro che non vi è un sentiero che conduca dalla conoscenza di ciò che è a quella di ciò che dovrebbe essere. Per quanto chiara e perfetta sia la conoscenza dell'esistenza attuale, non si può dedurre da essa lo scopo delle aspirazioni umane...

« Per quanto splendida possa essere la conoscenza del vero, come guida essa è così impotente che non riesce neppure a stabilire la giustificazione ed il valore di questo stesso sforzo verso la conoscenza del vero... La ragione ci insegna l'interdipendenza degli scopi e dei valori. Ma da sola non può darci gli scopi ultimi e fondamentali, in base ai quali si orientano quelli meno importanti. Il fissare gli scopi e le valutazioni fondamentali e lo stabilirli nella vita dell'individuo mi sembra sia la più importante funzione della religione nella vita sociale dell'uomo. Se ci si chiede donde questi scopi ricevano la loro

autorità, dato che non sono fissati dalla ragione e non possono essere basati su di essa, si può solo rispondere che essi non nascono come risultato di argomenti e prove, ma per rivelazione e tramite l'azione di forti personalità. Non si deve tentare di provarli, ma piuttosto di riconoscere la loro essenza il più chiaramente ed il più puramente possibile. I principii fondamentali delle nostre aspirazioni e valutazioni ci vengono dati dalla tradizione religiosa giudeo-cristiana.

« E' uno scopo nobile... Quando si priva questo scopo della sua veste religiosa e si considera il suo lato puramente umano, esso può venir espresso come segue: libero e responsabile sviluppo dell'individuo in modo che possa liberamente e gioiosamente mettere le sue energie al servizio della comunità dell'uomo. Se si presta attenzione al contenuto e non alla forma, le stesse parole possono essere considerate come l'espressione del principio fondamentale democratico. Il vero democratico non divinizza la propria nazione, esattamente come non la divinizza la persona religiosa nel nostro senso ».

La concezione di Einstein sulla relazione fra religione e scienza è assai simile a quella che prevale nelle Chiese protestanti di America. Come esempio, basta citare l'idea di un rappresentante della scienza americana, Robert Millikan.

Secondo questa concezione, la scienza non può mai essere criticata né diretta dalla religione, dato che esse si occupano di aspetti molto differenti della vita umana.

Millikan dice: « Mostrerò perché nella natura delle cose non vi possono essere conflitti. Questi compaiono non appena si tenta di definire qual è il posto della religione nella vita umana. Lo scopo della scienza è quello di sviluppare senza pregiudizi la concorrenza dei fatti e delle leggi della natura. Il compito ancora più importante della religione, d'altra parte, è quello di sviluppare la

coscienza, gli ideali e le aspirazioni del genere umano ». Questo concetto della religione abbandona completamente ogni richiesta di fede in qualsiasi fatto specifico scientifico e storico, e considera la religione come un'istituzione sociale, il cui scopo è di promuovere un certo atteggiamento verso la vita, ed un determinato tipo di comportamento nella nostra vita quotidiana. Il concetto einsteiniano della religione si adatta molto bene a questo atteggiamento generale.

Perciò possiamo capire perché i prelati inglesi ed americani si siano mostrati tanto interessati ad Einstein.

6. - *Inizio dell'era atomica*

La crisi drammatica con cui finì la seconda Guerra Mondiale, con l'impiego della bomba atomica, rese di nuovo interessante per il pubblico il nome di Einstein.

Il risultato che egli aveva dedotto dalla teoria speciale della relatività nel 1905, e cioè che massa ed energia sono equivalenti, fu dimostrato al mondo con una forza di distruzione quasi incredibile.

Come si disse nel paragrafo 7 del capitolo III, esistono delle trasformazioni nucleari in cui una parte della massa del nucleo atomico si trasforma in energia. Gli scienziati riuscirono a scoprire molte di queste reazioni; ma in tutti i casi l'energia richiesta per compiere la trasformazione era molto più grande di quella ottenuta dalla reazione. Perciò non sembrava possibile utilizzare in pratica le trasformazioni nucleari come fonte di energia.

La situazione cambiò completamente con la scoperta della « fissione » dell'uranio fatto da Otto Hahn e da Lise Meitner.

Questi scienziati, dell'Istituto Kaiser Wilhelm di Berlino, scoprirono che quando l'uranio viene bombardato con neutroni, il suo nucleo qualche volta si spezza in due

parti più o meno uguali, con la liberazione di una enorme quantità di energia.

Quando questa notizia venne comunicata ad altri laboratori, l'eccezionale risultato fu immediatamente confermato. Dopo di ciò Enrico Fermi, un fisico italiano, che era andato negli Stati Uniti per sottrarsi al regime fascista, previde la possibilità, che presto fu confermata, che questo spezzarsi del nucleo di uranio fosse accompagnato dalla produzione di parecchi neutroni. L'importante significato di quest'ultima scoperta sta nel fatto che il processo, detto della fissione dell'uranio, possa diventare autoriproducentesi. Una volta che il processo è iniziato, i neutroni prodotti dalla fissione di un nucleo di uranio possono produrre la rottura di altri nuclei, e i neutroni prodotti da questi possono a loro volta causare altre fissioni. Con ciò diventa possibile una reazione nucleare « a catena » auto-perpetuantesi, in cui un grande numero di nuclei si spezzano con conseguente liberazione di una enorme quantità di energia. I calcoli hanno dimostrato che dalla fissione di una libbra di uranio può essere prodotta tanta energia quanta se ne ottiene dalla combustione di migliaia di tonnellate di carbone.

Risultò subito evidente a molti scienziati che questa liberazione di energia può avvenire quasi istantaneamente, e che perciò si potevano produrre delle bombe di uranio di una potenza distruttiva milioni di volte superiore a quella degli ordinari esplosivi. Essi compresero subito che se un simile strumento fosse caduto nelle mani delle nazioni fasciste esse lo avrebbero usato nella loro guerra di aggressione, e la civiltà sarebbe stata condannata. Una certa apprensione si diffuse specialmente fra gli scienziati che per sottrarsi alla persecuzione erano fuggiti dai loro paesi. Due fisici dell'università di Columbia, l'ungherese Leo Szilard, che era fuggito dall'Università di Berli-

no, ed il già nominato Fermi, decisero che le autorità militari degli Stati Uniti dovessero essere informate di questa possibilità. Szilard comprese che le loro parole non sarebbero state ascoltate, a meno che la questione non venisse presentata ad un funzionario governativo che ricoprisse una posizione molto importante.

Egli aveva conosciuto Einstein a Berlino e pensò che la grande reputazione di Einstein e la sua fama mondiale come fisico potevano essere usate per convincere le autorità dell'importanza di questo problema. Si pose perciò in comunicazione con Eugenio Wigner, un altro fisico ungherese, che allora insegnava all'Università di Princeton: e nel luglio 1939 essi conferivano con Einstein.

A quel tempo la maggior parte degli ingegneri civili e militari consideravano la teoria della relatività come qualche cosa di molto scolastico, di cui parlavano soltanto i professori universitari, privi di senso pratico, e che non avrebbe mai avuto un'applicazione industriale. Della fisica nucleare poi non avevano mai sentito parlare. E' evidente perciò che il problema di interessare il governo all'uso pratico dell'energia atomica e di ottenere dei fondi per il suo sviluppo era assai difficile. A questi scienziati parve che l'unica persona che poteva interessarsi di questo suggerimento fosse il presidente Roosevelt. Egli si era reso conto della politica aggressiva dei nazisti e comprendeva la minaccia alla sicurezza futura del suo paese. Inoltre non era convinto della dabbenaggine dei professori universitari, come lo sono molti uomini politici.

Date queste circostante, Szilard e Fermi suggerirono ad Einstein di fare direttamente appello al Presidente.

Come abbiamo già visto, Einstein non desiderava essere coinvolto in questioni politiche, ed anzi sentiva una particolare avversione a dar consigli su questioni militari e ad incoraggiare lo sviluppo dell'arma più deva-

statrice che fosse mai stata scoperta dall'uomo. D'altra parte era convinto che se i nazisti fossero stati in possesso dell'energia atomica, in un prossimo avvenire essi l'avrebbero usata per soggiogare il mondo.

Data la responsabilità inerente alla sua posizione eccezionale quale fisico più famoso del paese, egli comprese quale era il suo compito.

Nell'agosto del 1939, Einstein inviò una lettera al Presidente Roosevelt, che cominciava così: « Alcuni recenti lavori di E. Fermi e di L. Szilard, che mi furono presentati manoscritti, mi convincono che l' elemento uranio possa essere usato come nuova ed importante sorgente di energia nel prossimo avvenire... Una sola bomba di questo tipo... che esplodesse in un porto... potrebbe assai facilmente distruggere l'intero porto assieme al territorio circostante ».

Inoltre Einstein avvertiva il Presidente della probabilità che ricerche di questo genere potessero essere assai inoltrate in Germania, e faceva notare il grande pericolo in cui sarebbero incorsi gli Stati Uniti se i nazisti si fossero resi padroni di una bomba simile. Einstein propose che venisse creata un'organizzazione speciale con personale scelto di scienziati che si erano dedicati a ricerche nucleari, allo scopo di fare esperimenti sull'impiego pratico dell'uranio.

Il risultato di questo progetto, che fu reso pubblico in modo così drammatico, e la successiva pubblicità sull'organizzazione e lo sviluppo del progetto Manhattan, come fu in seguito chiamato, sono troppo noti per essere ripetuti qui. L'annuncio della bomba atomica, e la resa del Giappone che ne seguì immediatamente diedero al popolo americano un senso di sollievo per la fine della guerra, e di orgoglio che gli Stati Uniti fossero all'avanguardia della scienza.

Gli scienziati che avevano lavorato per la produzione della bomba atomica si resero conto che sarebbero nate complicazioni politiche, il che li mise in apprensione. La guerra era finita con una brillante vittoria della democrazia, ma la conclusione della pace sembrava arenarsi a un punto morto. Un'atmosfera di discordia era sorta fra gli alleati, e si poteva facilmente vedere in ciò il seme per una nuova guerra. Inoltre la bomba atomica rendeva possibile ad un paese aggressore di fare un attacco di sorpresa, che avrebbe potuto annientare il suo avversario in pochi minuti.

Gli scienziati sentirono il peso della responsabilità di ciò che avevano creato, ed iniziarono un' azione diretta a illuminare il Congresso ed il pubblico in generale. Essi volevano che tutta la nazione si rendesse conto della situazione. Il « segreto » della bomba atomica sarebbe stato di breve durata, e non vi sono difese contro di essa.

Per Einstein, che aveva avuto così gran parte sia nello sviluppo delle teorie basilari, sia negli approcci col Presidente Roosevelt, questa responsabilità pesava doppiamente. Egli si unì agli scienziati Oppenheimer e Shapley che tentarono di spiegare le conseguenze della nuova arma alle autorità politiche e militari.

Einstein ha sempre cercato però di non immischiarsi nella politica e non ha mai voluto compromettere le sue idee con le difficoltà dell'immediato futuro. Egli è in pieno accordo col principio enunciato da Emery Reves nel suo libro *L'anatomia della pace,* in cui si legge: « Dobbiamo renderci conto del fatto che è necessario limitare la sovranità delle nazioni e creare un governo mondiale che regoli con leggi le relazioni fra i vari paesi, come gli Stati Uniti ad esempio regolano le relazioni fra gli stati ».

Per questa ragione Einstein non è soddisfatto della proposta di affidare il segreto della bomba atomica ai

membri principali delle Nazioni Unite o anche alla stessa organizzazione delle Nazioni Unite.

Dato che per il momento non esiste un governo mondiale, Einstein ha proposto che il segreto rimanga per il momento ai primi costruttori: Stati Uniti, Inghilterra, e Canadà. Per questo è stato accusato da alcuni di essere un idealista privo di senso pratico, e da altri di essere un reazionario.

Quando recentemente ebbi a discutere con Einstein degli aspetti internazionali della bomba atomica, egli protestò energicamente contro questa interpretazione delle sue idee. Egli si rende conto perfettamente che il « controllo dell'energia atomica » è prima di tutto un problema politico e non tecnico, che non può essere risolto se non nella forma di un assestamento pacifico fra le grandi nazioni. Ogni controllo richiede un accordo internazionale, che affidi ad agenti la supervisione nelle ricerche dell'industria bellica di tutte le nazioni. Un accordo simile presuppone un alto grado di fiducia reciproca; e se questa fiducia esiste, non vi è pericolo di guerra, bomba o non bomba.

Einstein comprende che questo giro vizioso non può essere spezzato nominando una commissione di controllo della energia atomica, ma soltanto con un accordo territoriale ed economico. Egli spera che la paura della guerra atomica diventi così grande, che i governi ed i popoli siano pronti a sacrificare le loro sovranità sino al punto di eliminare tale minaccia.

7. - *La vita a Princeton*

La moglie di Einstein, Elsa, morì nel 1936. Essa era molto affezionata alla sua patria tedesca, e dopo la perdita della moglie, Einstein si legò sempre di più al suo nuovo paese. La sua prima moglie non lasciò mai la Sviz-

zera, ma il loro figlio maggiore, che nacque a Berna al tempo delle prime grandi scoperte di Einstein, è ora anch'egli negli Stati Uniti, dove esercita la professione di ingegnere. Delle due figliastre di Einstein, una morì dopo aver lasciato la Germania, l'altra, Margot, una scultrice d'ingegno, divorziò dal marito, ed ora vive per lo più con Einstein a Princeton.

Nel 1939 l'unica sorella di Einstein, Maja, lasciò Firenze e si recò a Princeton. Essa è sposata col figlio del maestro Winteler della scuola cantonale di Aarau, a cui Einstein era molto affezionato; si era sentita a disagio a causa della crescente influenza nazista in Italia. Il suo modo di parlare, il suono della sua voce, come pure le frasi, al tempo stesso scettiche e infantili, sono straordinariamente simili al modo di esprimersi di suo fratello. E' veramente strano ascoltarla: dà un senso di disagio trovare una specie di duplicato anche delle caratteristiche minori di un genio. Ciò non di meno dà pure un senso di sicurezza vedere che anche il più grande genio è legato a una catena di eventi ordinari e naturali.

Sin dal 1928, la segretaria di Einstein e più tardi direttrice della sua casa, fu la signorina Helen Dukas, una donna intelligente, energica. E' nativa della Svevia, patria di Einstein, e viene dallo stesso piccolo paese di Elsa Einstein. Queste tre donne costituiscono ora la famiglia di Einstein.

Nel 1933, quando Einstein venne negli Stati Uniti, ottenne soltanto un visto come visitatore. Secondo le leggi americane per l'immigrazione, non vi è alcun posto nel paese in cui si possa ottenere il permesso per diventare residente permanente degli Stati Uniti. Questo permesso può essere concesso soltanto da un console americano, e questi consoli si trovano soltanto all'estero. Perciò Einstein andò nella colonia inglese delle Bermude per fare la richiesta al locale console americano. La visita di Ein-

stein all'isola fu occasione per una festa. Il console diede un pranzo in suo onore e gli permise di entrare negli Stati Uniti come residente permanente. Soltanto allora Einstein poté annunciare la sua intenzione di diventare cittadino degli Stati Uniti e di ricevere il suo primo foglio di cittadinanza. Egli dovette attendere ancora cinque anni prima di poter diventare cittadino americano; durante questo periodo di tempo egli dovette prepararsi a un esame sulla costituzione americana e sui diritti e doveri del cittadino americano. Egli vi attese con zelo, e infine, assieme alla figliastra Margot, e alla sua segretaria signorina Dukas, ricevette la cittadinanza americana. Gli fu chiesto di parlare alla radio per dire al pubblico le idee e le emozioni che aveva provato in quel momento.

Così questo grande albero con tutte le sue radici fu trapiantato nel nuovo suolo. Quale è ora la sua vita?

Molte cose del suo appartamento di Berlino furono portate nella sua villa situata nel mezzo di un grande giardino, in una strada della periferia. Qui si possono ritrovare vari oggetti del tipo di quelli che adornano le stanze di una famiglia berlinese benestante, per esempio una icone bizantina proveniente dalla Russia, col suo sfondo d'oro misteriosamente annerito dall'incenso. In realtà Einstein vive a Princeton come uno strano ospite, proprio come faceva nella casa da ricchi borghesi di Berlino. La sua natura profondamente *bohémienne* non è cambiata col suo sessantesimo anno di età che egli ha festeggiato a Princeton nel 1939.

Egli non ha una vita di società nel senso tradizionale della parola. Non partecipa ai pranzi ed ai ricevimenti che danno i membri delle facoltà universitarie. Non bisogna però trarne la conclusione che egli non ami veder gente. Al contrario, ama veder la gente che può consigliare ed aiutare, con cui può discutere qualche interessante argo-

mento, o con cui fare qualche piacevole conversazione, ma sopra tutto preferisce coloro con cui può fare della musica.

Egli desidera sempre trovare qualcuno che sia pronto con entusiasmo ad accompagnarlo col contrabbasso, o col violoncello, o col piano mentre egli suona il violino. La maggior parte dei suoi visitatori non sono membri dell'Università di Princeton o dell'Istituto di studi superiori.

I suoi pensieri sono intenti sempre alle cose più distanti, piuttosto che a quelle vicine. Ciò non di meno difficilmente passa un pomeriggio in cui non capiti qualche visitatore che viene apposta da fuori città per parlare con lui. Fra queste visite vi sono soprattutto fisici, filosofi ed anche teologi, che vengono a Princeton e vogliono cogliere l'occasione per farsi un concetto dell'uomo che ha creato tante nuove idee nel loro campo. Vi è anche un gran numero di rifugiati dall'Europa, che cercano da lui aiuto e consiglio. Qualche volta sono persone provenienti dall'Europa, che stanno da lui qualche giorno perché prive di mezzi. Vi sono sionisti che vogliono sentire le sue opinioni su qualche questione politica. Anche membri della Università di Gerusalemme vengono per chiedere il suo intervento a loro favore. Vi sono scrittori, giornalisti, artisti che desiderano interessarlo ai loro lavori, sperando con ciò di poter avere un più vasto uditorio; il numero di gente che desidera vederlo è molto grande, e la signorina Dukas deve usare il suo tatto, la sua energia e la sua gentilezza per mantenere l'atmosfera attorno a lui tranquilla come egli la deve avere.

Il suo atteggiamento in ciò è sempre lo stesso come in tutti i problemi della vita sociale. Egli si sente sempre piuttosto distaccato dalla società e non può mai immedesimarsi molto profondamente con gli altri. Ha sempre la sensazione di essere estraneo e desidera starsene isolato. D'altra parte però egli ha una grande curiosità per ogni cosa umana e un gran senso di umorismo, per cui riesce

a trarre un certo piacere artistico da qualsiasi cosa strana ed anche spiacevole. Soprattutto ha un carattere molto buono e sente fortemente l'eguaglianza degli esseri umani. Forse sovente egli dice a se stesso: E' proprio con gli individui sgradevoli che uno non dovrebbe sentirsi portato a tagliar corto, poiché essi soffrono più degli altri, dato che nessuno vuol parlare con loro.

Come conseguenza di ciò, sono spesso gli inventori falliti o i geni incompresi che vengono da lui. Sin dal tempo in cui fu impiegato nell'ufficio brevetti a Berna, egli ha conservato un certo piacere ad ascoltare i progetti più strani. Tutti contengono qualche elemento della facoltà inventiva umana, anche se in forma distorta. E per la mente attiva e penetrante di Einstein è sempre stato un piacere seguire un confuso filo di pensieri, districarlo e trovarne gli errori.

Qualche volta è visitato da fisici che stanno svolgendo delle ricerche basate su idee che non vanno d'accordo con quelle riconosciute esatte dai fisici di oggi giorno. Questi scienziati in errore possono essere ciò malgrado precursori di importanti innovazioni, o semplicemente gente dalle idee poco chiare. Einstein è più ben disposto degli altri ad ascoltare questi fisici, ed a prendere in considerazione le loro idee. Ad ogni modo è per lui un piacevole esercizio mentale seguire una serie di deduzioni logiche, senza essere sicuro all'inizio se queste idee condurrano ad alcuna conclusione ragionevole ed utile.

Qualche volta capita che alcuni di questi inventori si sentano offesi se egli non accetta come giuste le loro conclusioni. Proprio perché egli è l'unico fisico famoso disposto ad ascoltarli e a considerare le loro idee, tutto il rancore del fisico non riconosciuto verso coloro che hanno raggiunto la fama, in casi simili si concentra su di Einstein. Ciò porta al risultato paradossale che qualche volta

egli è attaccato e condannato duramente proprio da quelle persone a cui ha dedicato maggiore attenzione.

Da quando si è trasferito in America, Einstein ha parlato raramente in pubblico. Organizzazioni di ogni genere hanno tentato di indurlo a ciò, ma egli ha parlato soltanto quando si trattava di un argomento che lo interessasse in modo particolare. Anche ai congressi scientifici ha partecipato ben di rado. Solo poche volte ha discusso le sue ricerche attuali in ambienti professionali. E non lo ha mai fatto molto volentieri, perché ha sentito spesso che il suo lavoro non è concorde con le tendenze delle ricerche di molti fisici. Il suo lavoro è stato dedicato per molti anni alla costruzione di una teoria del campo generale che potrebbe servire anche per i fenomeni subatomici. Egli ha pensato spesso che le ricerche di cui si occupa non sarebbero accolte con grande interesse da coloro che non vogliono distogliere la loro mente dalla questione centrale della fisica odierna: l'interpretazione dei fenomeni atomici mediante la teoria dei quanti ed il principio di complementarità.

Qualche volta però fece delle conferenze a qualche congresso scientifico sul presente e sul futuro della scienza fisica in generale. Una di queste rare occasioni fu il suo discorso a Filadelfia su « La realtà fisica », in cui è contenuta la frase che forma il motto di questo libro. Il mondo attorno ad Einstein è molto cambiato dal tempo delle sue prime scoperte. Egli cominciò il suo lavoro al tempo del Kaiser, nell'ambiente caratteristico della piccola borghesia tedesca e svizzera; è vissuto durante la seconda Guerra Mondiale nell'ultimo baluardo della democrazia, gli Stati Uniti d'America. Poté dare un contributo sostanziale per una fine della guerra più rapida di quanto si attendesse, ed è ora ansioso di contribuire a rendere la pace duratura. Ma il suo atteggiamento verso il mondo che lo circonda non è cambiato. Egli

è rimasto un *bohémien*, con un modo di prendere i fatti della vita umana umoristico e spesso apparentemente scettico, e talvolta con capacità profetiche dotate dell'intenso *pathos* della tradizione biblica. Egli è rimasto un individualista, che preferisce essere libero dalle relazioni sociali, ed al tempo stesso un combattente per l'eguaglianza sociale e la fraternità umana. Si è sempre mantenuto fiducioso nella possibilità di esprimere le leggi dell'universo in formule matematiche semplici anche se ingegnose, ma nello stesso tempo diffidente verso tutte le formule preparate a priori, che pretendono dare la soluzione per il comportamento umano nella vita sia privata che pubblica. Quando viene a trovarlo una persona che ha conosciuto nel suo vecchio paese, egli dice spesso: « Siete sorpreso, non è vero, del contrasto fra la mia fama in tutto il mondo, fra il rumore che fanno su di me i giornali, e l'isolamento e la quiete in cui vivo qui? Ho desiderato questo isolamento tutta la mia vita, e finalmente l'ho trovato qui a Princeton ».

Molti celebri studiosi vivono nella elegante città universitaria, ma nessun cittadino considera Einstein come uno dei molti altri famosi personaggi. Per la gente di Princeton in particolare, e per il mondo in generale, egli non è soltanto uno studioso, ma piuttosto una delle figure leggendarie del ventesimo secolo. Gli atti e le parole di Einstein non sono notati come dei semplici fatti, anzi ognuno ha il suo significato simbolico: simbolico per il suo tempo, per il suo popolo, per la sua professione.

La gente di Princeton racconta molti aneddoti su Einstein. Si narra che una sua vicina, la madre di una bambina di dieci anni, notò che sua figlia lasciava spesso la casa per andare da Einstein. La mamma domandò il perché alla figlia, e la bambina disse: « Non riuscivo a fare il mio compito di aritmetica, la gente dice che al numero 112 vive un grande matematico che è anche un

uomo molto buono. Sono andata da lui, gli ho chiesto di aiutarmi a fare i compiti. Si è mostrato ben disposto e mi ha spiegato tutto molto bene. Capivo assai meglio che non quando ce lo spiegò il maestro a scuola. Egli mi ha detto di andare da lui tutte le volte che troverò un problema troppo difficile ».

La madre, colpita dall'ardimento della figlia, andò da Einstein a chiedere scusa per quanto era accaduto. Ma Einstein disse: « Non è il caso che vi scusiate. Ho certamente imparato più io dalla conversazione con la bambina, di quanto essa abbia appreso da me ».

Non so se la storia sia vera, e non ho tentato di saperlo. La gente la racconta in modi differenti, insieme a quella molto più semplice che in estate si può vedere spesso Einstein a passeggio per le strade di Princeton in sandali senza calze, con un golf senza giacca, che mangia un gelato fra il divertimento degli studenti e lo stupore dei professori.

Poiché in questo libro devono essere descritti non solo la personalità di Einstein, ma anche il suo tempo ed il suo ambiente, tutte queste storie sono certamente vere. Anche se non ci sono dei fatti reali, sono però descrizioni vere del mondo in cui egli vive.

Nel 1945 Einstein si dimise dal suo incarico di professore all'Istituto di studi superiori. Questo cambiamento nel suo stato ufficiale non comporta alcun cambiamento nel suo lavoro. Egli continua a vivere a Princeton e a svolgere ricerche all'Istituto.

FINE

INDICE DEI CAPITOLI

INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI